

IMRニュース No.33

著者	東北大学金属材料研究所
雑誌名	IMRニュース
巻	33
ページ	1-108
発行年	2000-07
URL	http://hdl.handle.net/10097/41920

IMR

ニュース

2000. 7. 25

も く じ

大型プロジェクト紹介 (V)

スーパーメタル・ナノ結晶組織制御組成技術の研究開発井上 明久..... 2

新研究室紹介

結晶成長物理学研究部門中嶋 一雄..... 7

ランダム構造物質研究部門松原英一郎..... 9

研究所と市民

1999年度 金研一般公開を振り返って今野 豊彦..... 11

研究会報告

高圧力を利用した新物質の創製八木 健彦..... 17

準結晶研究会蔡 安邦..... 20

結晶粒界とそれに関わる諸現象佐久間健人..... 22

遷移金属酸化物における新しい量子現象永長 直人..... 26

21世紀の環境と材料を考える高橋 英明..... 39

高温超伝導体における渦糸状態前田 京剛..... 43

ワークショップ報告

次世代機能素子用基盤としての単結晶の育成と評価福田 承生..... 47

中性子回折による化合物磁性体の構造の研究山口 泰男..... 52

実験と計算科学的アプローチの共同によるナノ物質研究川添 良幸..... 58

短波長光エレクトロニクスを展開八百 隆文..... 66

IMR Information Bureau 70

(付録) 1999年度 金研一般公開：パンフレットとホームページより 72

最近発表された論文等リスト 76

大型プロジェクト紹介 (V)

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

産業技術開発研究開発プロジェクト

「スーパーメタル・ナノ結晶組織制御組成技術の研究開発」について

非平衡物質工学研究部門教授 井上 明久

1. はじめに

「スーパーメタルの技術開発」は、平成9年度からスタートした、NEDOの産業技術基盤研究開発制度によるプロジェクトです。その考え方は、金属材料の組織・構造を極限まで制御し、結晶粒を微細化もしくはアモルファス化することにより、従来材料の特性を飛躍的に向上させた革新的金属材料（スーパーメタル）の創製技術を確立しようとするものです。

金属材料は、最も大量に使用され、かつ多用途に対応し得る信頼性の高い材料であることから、その高性能化及びリサイクル性の飛躍的な向上が可能となれば、社会に与えるインパクトは極めて大きなものになります。このため、金属材料の構造・組織を極限まで制御し得る技術を確立することにより、従来金属に比べて格段に優れた特性を持った金属材料を創製し、新産業の創出、資源の安定的確保、環境・安全調和型社会の構築等、様々な社会ニーズを満たすことが急務であると考えられます。

一方、近年の研究成果から、図1の研究開発の概念に示すように、結晶粒径を微細化すること、あるいはアモルファス化することによって金属の諸特性が大幅に向上することが確認されており、このような高度な特性を有する金属材料を創製する技術が確立されれば、経済、社会に与える効果は非常に大きいと期待できます。このような

背景のもと、このプロジェクトが開始されました。

2. 開発テーマ

プロジェクトの技術開発テーマとして、以下の4つが取り上げられております。

- (1) 鉄系メゾスコピック組織制御材料創製技術
- (2) アルミニウム系メゾスコピック組織制御材料創製技術
- (3) ナノ結晶組織制御材料創製技術
- (4) アモルファス構造制御材料創製技術

このなかで、我々のグループが所属しているのは(3)のナノ結晶組織制御創製技術と、(4)のアモルファス構造制御材料創製技術です。「ナノ結晶組織制御創製技術」は、東北大学金属材料研究所、YKK株式会社、三菱マテリアル株式会社、富士重工株式会社、三菱重工株式会社の共同研究体制をしいて、開発を進めています。

3. ナノ結晶組織制御創製技術について

「ナノ結晶組織制御創製技術」の目標は、100 nm程度以下の結晶組織を有する構造用材料の創製に関する研究を行い、現在使用されている同種以上の1.5倍以上の強度、1.5倍以上の靱性、及び3倍以上の超塑性成形性を同時に満たす金属材料の創製技術を確立することです。

そのナノ結晶組織制御手法として、高速粒子堆

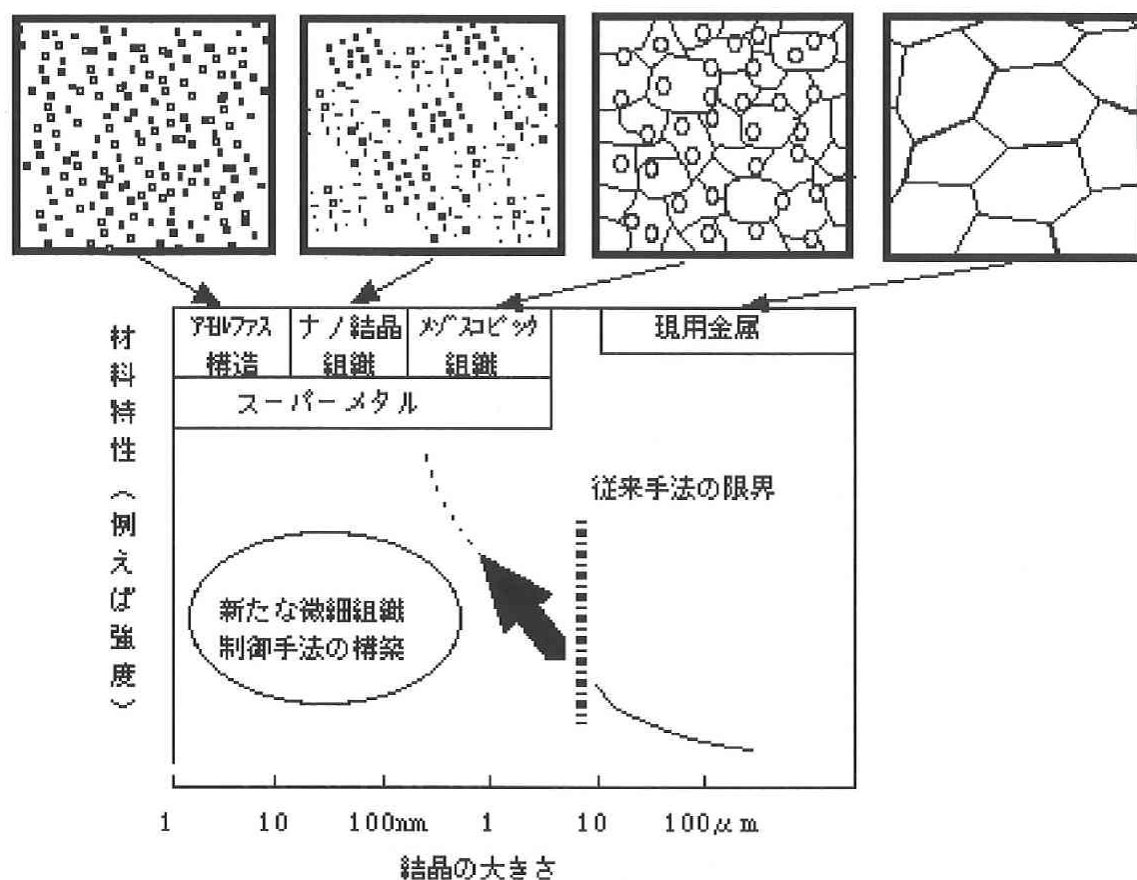


図1 研究開発の概念

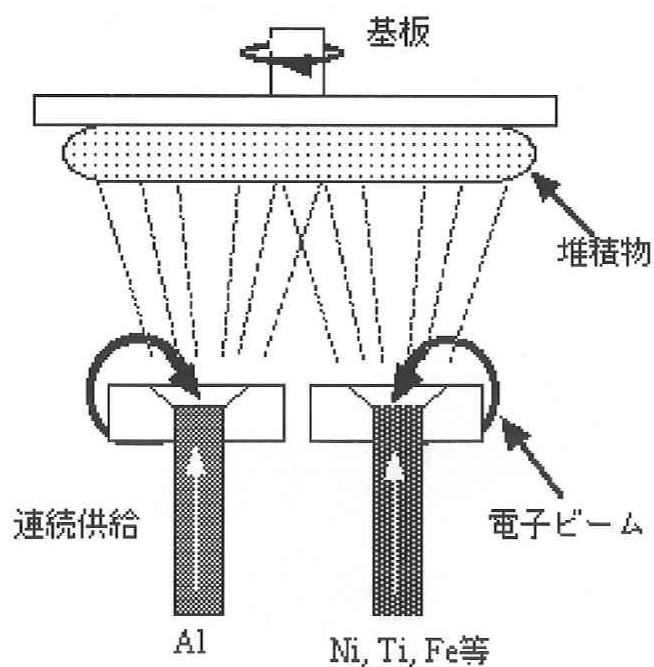


図2 連続電子ビーム蒸着装置

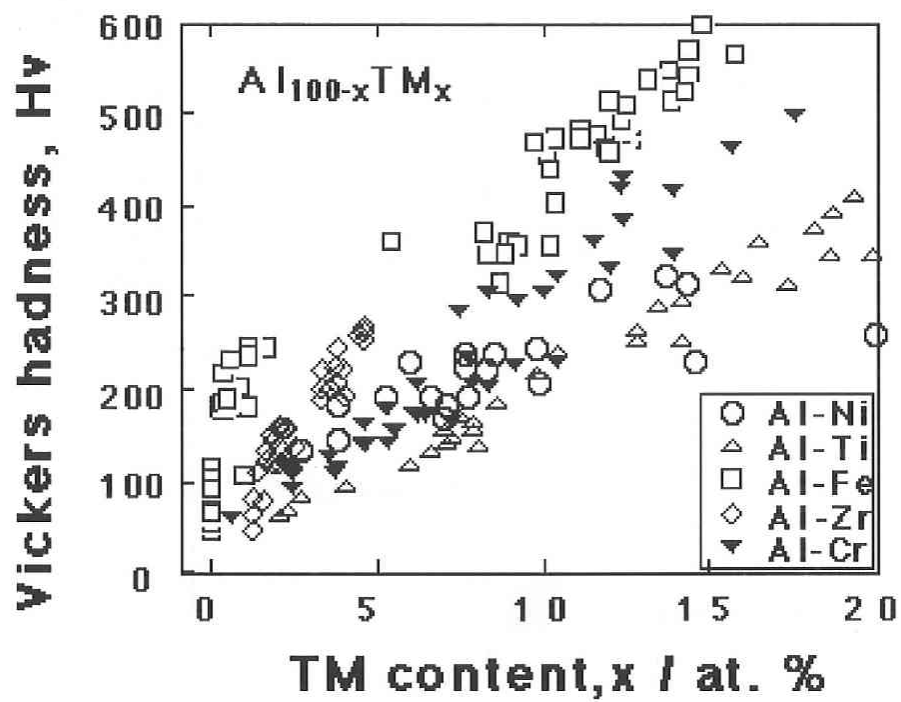


図3 種々の蒸着アルミ合金の硬さと組成の関係

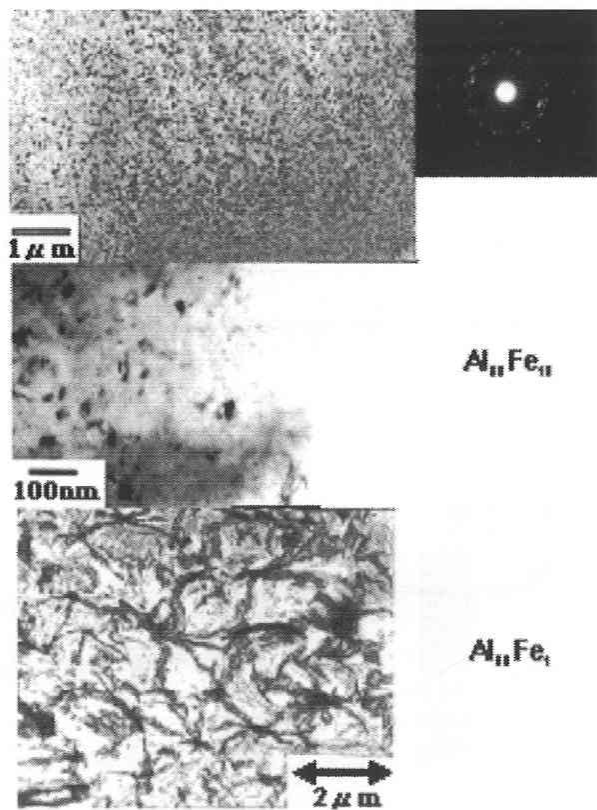


図4 蒸着 Al-Fe 合金の TEM 組織

積技術及び超塑性成形技術の開発を行っています。高速粒子堆積として、合金組織の自由度が高く、飛躍的に高い冷却速度を有し、かつ堆積速度が速い電子ビーム蒸着法を用い、nm サイズに構造制御された厚さが cm 級のアリミニウム基金属板材を作製します。さらに、ナノ結晶組織構造の粒界すべりを利用して、従来材料と比較して数桁の高歪速度領域での高い超塑性変形能により熱履歴を最小限に抑え、構造制御とバルク化を目指します。

従来の蒸着法では、厚板状のバルクの合金材料の作製は困難でした。本技術開発で導入した連続電子ビーム蒸着装置は、図2に示すように、2つの蒸発源を持ち、母合金を供給しながら同時に蒸発させることができるようになっており、厚み 1 mm

以上の厚板を作製することが可能です。また、蒸気圧の異なる元素を組み合わせることが出来ます。合金の組成は電子ビームの出力を調整することにより、蒸発量を制御し、所望の組成の合金材料の作製が可能となります。

図3に作製した種々の Al 合金の組成と硬さの関係を示しています。添加量が増えるに従い、何れの合金も硬度が上昇しています。特に Al-Fe 合金では 1% 程度の添加量でも 200 Hv の高い硬度が得られており、引張り強度も 700 MPa という優れた特性が得られています。その組織観察結果を図4に示します。Fe 量が少ない場合には非常に大きな歪みが蓄積した過飽和固溶体が形成され、Fe 量が多くなると 40 nm まで微細化した fcc-Al とア

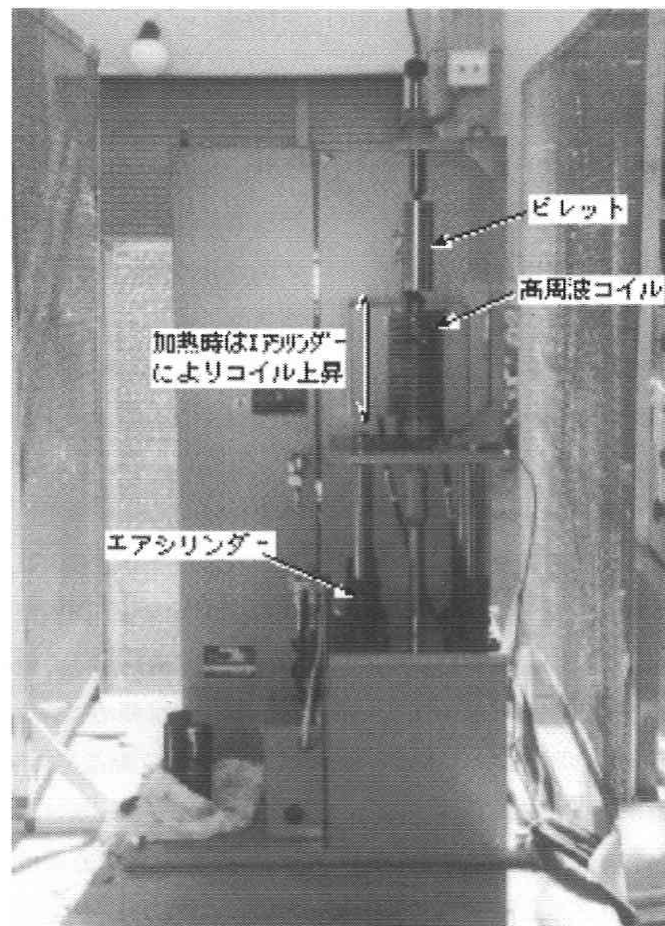


図5 急速昇温装置

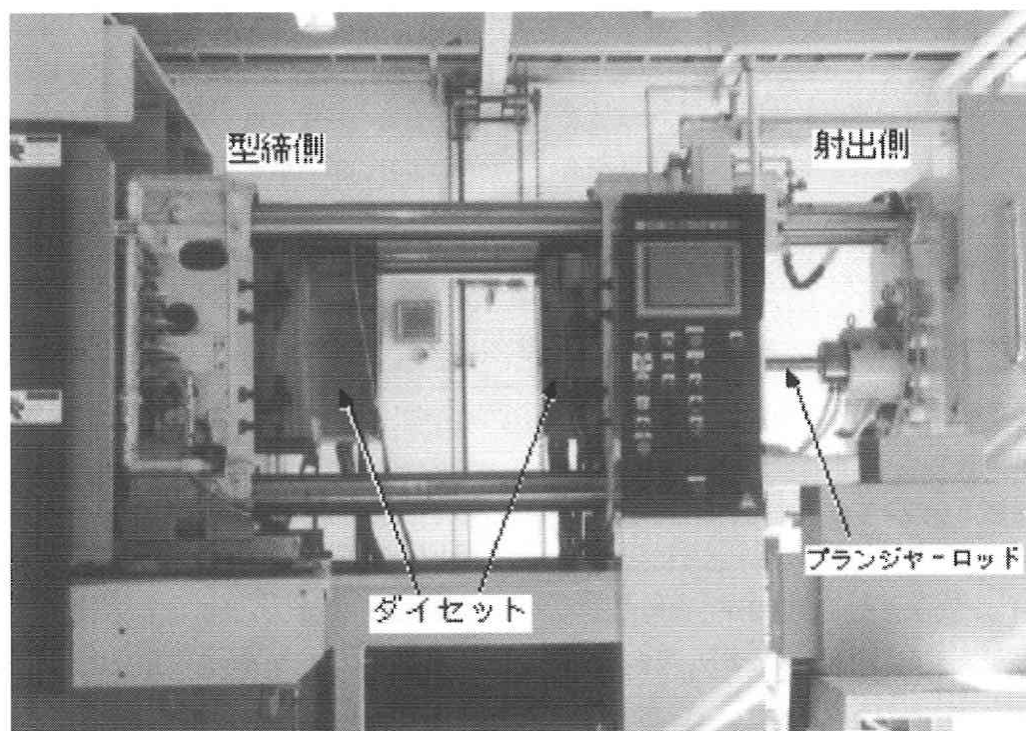


図6 超塑性成形装置

モルファス相との混相組織が得られています。他にも、Al-Ni 合金の場合には 100 nm 程度の結晶粒径の金属間化合物と fcc-Al の 2 相組織が、また Al-Ti 合金の場合には Ti 量が 20% 近くまで過飽和固溶体が形成しており、本手法の非常に高い冷却速度により、ナノ結晶組織やアモルファス構造を有するバルク状 Al 合金の作製が可能となっています。

また、急速昇温装置(図5)と組み合わせた高速超塑性成形装置(図6)も導入され、研究開発が進められています。

nm サイズに微細化した材料は、室温近傍では良好な強度特性を有し、高温では高速超塑性により複雑な形状にまで加工できる利点があります。しかしながら、微細化した組織を長時間高温に曝して熱間加工を行うと、組織が粗大化し、機械的特性が劣化してしまう問題があります。そこで、本開発では、高周波加熱を利用することにより、材料を急速に加熱し、短時間に加工することができ

る装置を開発しました。急速に加熱し加工することで、熱履歴を短くし、組織を微細に保ったまま超塑性加工することが可能となります。

高速超塑性成形装置の、加圧力は 150 トン、ラム速度は毎秒 150 mm であり、高速加工が出来るようになっています。

4. おわりに

金属材料は、機械的特性や加工性に優れ、多量に使用されています。スーパーメタルの開発により、これらの特性が飛躍的に向上すれば、金属素材、素形材産業、その他の産業および、社会へのインパクトは極めて大きいものと期待されます。本稿では、ナノ結晶組織制御材料創製技術として、「高速粒子堆積・超塑性成形技術の研究開発」について述べてきましたが、本研究開発の成果により、自動車などの輸送機器、航空宇宙産業、工作機器、新エネルギー創出などに効果が期待できます。

新研究室紹介 (1)：結晶成長物理学研究部門

部門担当教授 中嶋 一雄

平成 10 年 10 月より当部門を担当しております。当部門では、結晶成長のメカニズムを解明することにより、新しい結晶材料や結晶成長技術を探求し開発することを目指しております。

21 世紀には、エネルギー・環境問題の解決や次世代を担う産業基盤の構築が重要課題となります。これらの課題を解決するための重要技術として、太陽電池や水素生成素子に代表される太陽光エネルギー応用、レーザや ULSI に代表される光・電子半導体デバイス、たんぱく質に代表される生体高分子の利用等があります。これらの技術開発の鍵を握っているのは結晶材料であり、上記の課題を解決するためには、新しい物性や機能を持った結晶を成長させる物理を究明し、新しい結晶材料とその成長技術の開発を行うことが不可欠です。

当部門では、半導体結晶から生体結晶までを対象とし、ミクロ的・マクロ的観点から結晶成長のメカニズムを解明し、上記の重要課題に貢献することを目指しています。以下に研究をスタートさせた、あるいは計画している具体的なテーマとその内容を紹介します。

(1) 太陽光エネルギー材料の研究

この研究は、太陽電池用多結晶 Si 薄膜の成長、超高効率太陽電池用 SiGe バルク結晶とヘテロエピタキシャル成長、TiO₂/Si 結晶による高効率水素

生成素子の探索、といった主要な 3 つのテーマからなっています。これらは、太陽電池を地球規模で広げるために欠かせない高効率かつ低コストで安全な超大粒径の多結晶 Si 薄膜、高効率化の極限に挑戦できる GaAs/SiGe 結晶、従来の TiO₂ による水素生成効率の壁を破る TiO₂/Si 結晶の研究・開発を目的にしています。

Si 薄膜の研究では、変換効率を下げている結晶粒界、双晶、点欠陥を減らすために、Si 薄膜をゾーンメルト法で熔融・再結晶化することで結晶粒の超大粒径化を目指しています。このため、ゾーンの温度分布を制御できる新しいタイプのゾーンヒータを設計・製作し、再凝固時の過冷却度を精密制御するとともに、結晶粒の回転や成長方向の制御の研究を行います。GaAs/SiGe 結晶の研究では、歪みを緩和できる組成傾斜 SiGe 種結晶の成長をブリッジマン法で行い、つづいてその上に新しく開発した溶質元素補給型のゾーン成長法を用いて均一組成を持った Ge-rich 単結晶を得る研究を開始します。

TiO₂/Si 系結晶の研究では、水素生成効率を大幅に高めるために、TiO₂/Si のヘテロ構造を成長して、TiO₂ の水素生成ポテンシャルを Si 太陽電池の起電力ポテンシャルを加えてもち上げることが可能かどうかを調べます。この方法では、1 つの素子に水素生成と太陽電池の二つの機能を持たせることができるため、太陽光のみで高効率に水素を生

成できる可能性が期待できます。

(2) バルク基板と薄膜エピタキシャルの総合的結晶成長の研究

多くの半導体デバイスは、基板上にエピタキシャル成長させた薄膜結晶を用いています。しかし、良質な基板材料が無いために基板と格子整合できなく、目的とする特性のデバイスを実現できないケースが極めて多くあります。この解決法は、組成の均一な多元系バルク結晶を実現し、基板の格子定数を自由に選べるようにすることです。この実現が困難な理由は、多元系結晶が固溶体であるため液相線、固相線に温度変化があり、成長界面の温度や溶液組成の変化に対応して結晶組成が変わることにあります。このため、当部門では成長界面の温度や溶液組成を精度良く制御する技術開発を行い、多元系のバルク単結晶を実現する研究を行います。

具体的には、成長界面温度を *in situ* 測定できかつ溶質元素の補給機構が付いた温度勾配炉を考案して、高均一な多元系バルク基板の結晶成長技術の開発を目指しています。まず、高効率の発光素子を開発できる可能性を持つ SiGe および InGaAs のバルク結晶を目標に研究します。これらの新しい基板に格子整合させた高品質なエピタキシャル結晶の成長を行い、SiGe や InGaAs の高効率化を計ります。また、透明電極や透明半導体、青色や紫外光の発光材料として期待できる酸化亜鉛 (ZnO) の高品質な基板を得るために、バルク単結晶をクリスタルサイエンスコアと共同で水熱法により育成する研究を行っています。

(3) ヘテロ成長における応力効果とそのメカニズムの研究

大多数のデバイスはヘテロ構造を利用して作製

されています。ヘテロ成長において、応力は最も基本的な効果を与えるにもかかわらず、集中的に研究が行われて来ませんでした。当部門では、この最も基本的で重要な応力効果を研究テーマに掲げ、次の研究を行っています。

結晶成長モードをモデル化し、歪みエネルギー、表面・界面エネルギーに基づいて、III-V 族 3 元系の Stranski-Krastanov 成長モードの状態図を決定しました。この状態図は、量子ドットの作製が容易な材料の選択や、成長モードを制御して良質な層状結晶を得たい場合の指針として重要な意義を持ちます。

応力効果を考慮して、III-V 族の固液、固固平衡状態図の理論的決定を行っています。まず、InGaAs 3 元系で状態図を決定しました。このような状態図は、液相エピタキシャル成長のような、基板に拘束された条件における結晶成長メカニズムを理解するために大変有効です。さらに、GaInAsSb 4 元系のミッシビリティギャップを実験、理論の両面から決定いたします。ミッシビリティギャップは結晶の内部応力効果として状態図に現れます。この 4 元結晶は光熱起電力電池用材料として有望であり、上記状態図をベースにして、良質なエピタキシャル結晶を成長します。

(4) 高精度モニター技術の研究

結晶成長のメカニズムを解明するには、成長中に何が起きているかを正確に知る必要があります。このため、均一組成を持った多元系バルク結晶の組成制御に不可欠な成長界面の温度と位置の *in situ* モニター技術、融液の過飽和度を実測するための融液組成の測定技術、成長モード制御に必要な薄膜の格子定数・応力の *in situ* モニター技術を研究しています。

成長界面温度・位置の測定では、試料直近に配

置した黒体からの赤外線放射量をその場測定し、得た2次元情報に同光軸で可視光観察した像を重ねあわせ、成長界面の温度分布および界面位置をモニターする試みを行っています。

融液中の過飽和度の実測は今までほとんど行われてきませんでした。当部門では、融液の各位置からの蛍光X線を分析することにより、組成を実測して融液の液相温度を知り、実測温度との差異から過飽和度の融液内分布を決定する研究を行っています。

(5) 有機材料の結晶成長の研究

生体高分子の高品質単結晶の育成は、生体高機能性材料の開発や分子構造解析、および医薬開発に不可欠な技術です。しかし、結晶の育成は未だに非常に困難であるため、これを解消するため5年前から強磁場を利用した研究を始めました。その結果、結晶の個数、形、配向を制御することができ、さらに水溶液中の対流を抑制できるようになり、結晶の質を大いに向上させることができました。

現在、ここに紹介しましたテーマを中心に、研究を進めています。

新研究室紹介 (2) : ランダム構造物質研究部門

部門担当教授 松原英一郎

平成11年9月より当部門を担当しています。私が金属材料研究所を知ることになったのは、京都大学冶金学教室在学中、本多記念会奨学生に渡される本多光太郎伝を通してでした。現在1号館玄関に残されている木骨赤煉瓦の建物であった発足当初の研究所の様子を読み、研究における厳しさや喜びを垣間見た気がしました。それから20年余、金属材料研究のメッカであるこの研究所の一員として研究する機会を得たことは、たいへん光栄に感じると共に、その重責をひしひしと感じています。

本研究部門の目標は、回折手法を主要な解析手

段として、ランダム構造物質を主な研究対象とし、ナノ・メゾスケールでの構造評価に基づく材料物性発現機構の理解と材料開発指針の提供です。そのため、回折手法の新しいランダム構造物質への適用と共に、新しい回折実験装置の設計・製作および独自の解析手法の開発も重要な研究課題であると考えています。将来的には、回折手法として電子線や中性子線もX線と併用していく予定です。現在計画している当面の研究課題を2、3紹介します。

(1) 溶液化学反応を利用した材料研究

X線異常散乱法、EXAFS法、X線異常小角散乱法などによる溶液中の錯体構造解析を用いて、電析機構、無電解めっき機構などを中心に、さまざまな錯体を用いた化学反応機構を考察していきます。溶液構造からこれらの機構を考察する試みは、これまで全くなされておらず、これら一連の研究はこれまでにない新しい知見を提供すると期待されます。現在とくに力を入れているのは、水素発生触媒であるモリブデン合金の溶液からのめっきです。これは燃料電池などへの応用と関連し興味が持たれます。

(2) 金属ガラスおよびナノ結晶化材料の構造評価とその物性に関する研究

この研究は、本研究所井上研究室との共同研究で行っているプロジェクトです。本研究室ではX線異常散乱法、X線小角散乱法、EXAFS法を用いて金属ガラスの構造的知見を提供し、構造的な立場での熱的安定性機構を提唱してきました。今後は、これまでの研究成果を踏まえて、結晶化過程も調べていきます。そして、ナノ結晶材料作製のための構造的データを提供する予定です。また、複雑に結晶相が混在する結晶化材では局所領域の構造も重要であり、X線による試料全体の平均構造に加え、電子線による局所領域構造解析も行います。

(3) 非周期系物質の構造評価技術の開発研究

非晶質系物質の構造解析で一番の弱点は、構造を記述するのに動径分布関数と呼ばれる動径方向

の1次元的な原子分布を用いることです。最近接領域では、この動径分布関数を使って原子相関などを正確に決定できますが、中距離領域では複数の原子相関が重なり合っており、その詳細を予測することは難しくなります。そこで、得られたデータをできるだけ精度よく決定することが必要ですが、そのためには実験データをできるだけ波数ベクトルの大きいところまで測定する必要があります。このためには短い波長のX線を用いればよいわけですが、波数ベクトルが大きくなると原子散乱因子の値も干渉によって小さくなっていきます。そこで、試料を冷却して熱振動をできるだけ抑えて測定するようなことも試みます。また、中性子回折と組み合わせることにより、原子構造だけでなく電子構造も実験的に導出することを試みたいと思っています。

(4) 湾曲グラファイトを用いた回折技術の開発研究

シート状のポリイミドフィルムを重ねて圧力下で焼くことにより、大きい曲率をもつかなり複雑な形状の等方性グラファイト結晶を作製する技術を松下電器産業㈱が開発しました。この技術を用いてトロイダル状のグラファイト結晶を作製することにより、集光倍率が200倍以上の単色X線を得ることができます。このようなX線集光素子は蛍光X線イメージング装置や微小領域回折装置やX線ホログラムなど様々な応用が考えられます。このような応用装置開発の研究も行います。

研究所と市民

1999 年度金研一般公開を振り返って

実行委員長 今野 豊彦

昨年 11 月 12（金）、13（土）の両日にわたって第 3 回の金研一般公開が実施された。本稿ではこの公開の実施にむけて貴重な研究時間をさいて活躍された実行委員の方々、各研究室で展示物の準備をされ、また実際に説明に当たられた方々、事務サイドで公開をバックアップしてくださった方々など、公開に携ったすべての方々を代表して、一般公開に至る経緯・当日の状況等を振り返ってみたいと思う。

【実行委員会発足の経緯】

6 月の知的情報管理委員会において今年度も金研一般公開を実施する方向が打ち出された。委員会から依頼を受けた私は、あくまでも自主参加ということを基本に各研究室に参加の可能性を問い、同時に委員会発足のための実行委員を募った。この段階では草の根的な準備委員会のようなものであったが、集まってくださった方々の一般公開に関する意識は高く、初回の委員会は一昨年的一般公開の反省会も兼ねて、活発な議論が交わされた。公開を実施する期日等、大筋案ができた段階で今年度の金研一般公開の実施と実行委員会の発足を 7 月の教授会で承認していただき、我々の活動は正式にスタートした。

【広報活動】

まず、最初に始めなくてはならないことはこの

一般公開を、小中学校のスケジュールにいれてもらい、できれば授業の一環として利用していただくことであった。この趣旨のもと、8 月の始めに仙台市内の小中学校に簡単なポスターを配付した。それに先立ち、一般公開のキャッチコピーを作ろうということになり、所内公募の後、「科学の杜から、21 世紀への贈り物」「のぞいてみよう、先端科学の世界を！ 発見しよう、遙かな未来を！」の二つを採択、ポスター等の宣伝に用いることとした。引き続き、9 月には A2 版の正式なポスターを作製した。前回のポスターが業者にデザイン等を依頼して作製したのに対し、今回のポスターは企画段階からのほとんどの作業を副委員長とポスター掛との合同チームで行い、コストパフォーマンスのよい杜の緑を基調とした親しみやすいデザインのポスターとなった。このポスターを 10 月に仙台市内の各学校や市民センターなどの関係先に配付、また、地下鉄駅構内やコンビニなどにも掲示をお願いし、今回のイベントの宣伝に努めた。さらに、11 月初めには仙台市以外の小中学校にも配付した。

【ホームページ】

金研一般公開の概要を小中学生に事前に知ってもらうことを目的に一昨年にならい、今年もホームページ（HP）を開設した（アドレス：<http://koho.imr.tohoku.ac.jp/young99/>）。HP の作成に際

して、今回の HP をこの一般公開のためだけに作成するのか、あるいは、金研の（特に小中学校に対する）定常的なアカウントビリティ発現の場にするかという位置づけを実行委員会のメンバー全員で討論した。「一般公開」という単発のイベントと異なり、HP は定常的な情報発信の機能を本来的に有するメディアであり、作成するサイドとしてこの段階で HP の性格付けをしておくことは必須であった。我々の結論は、小中学生向け常設 HP を念頭に今回の HP を作製することは実行委員会の目的と与えられた時間をはるかに越えており、今回はあくまで一般公開の存在の周知徹底を第一の目的に考えようというものであった。内容は各参加部門に一任し、一般公開に限定したもので、より一般的な小中学生向け研究室紹介でも構わないとした。そして、一般公開後の HP の在り方は公開が終了してから改めて委員会で検討することとした。

このような共通の理解のもと夏休みから 9 月にかけて、各参加団体でそれぞれの展示あるいは研究内容をわかりやすく説明するファイルを作成した。最終的には HP 掛が子供向けに金研と一般公開の紹介のページの作成を行い、個々のファイル間の相互リンクをはった後、10 月についに金研一般公開 HP としてリリースした。このように我々実行委員会で作成した HP は、一般公開用と限定して開設したわけだが、この HP にアクセスしていただければ分かる通り、この種のメディアとしてはかなり完成度の高いものとなっている。他の研究機関や大学・予備校等からの評判はなかなかのものであり、また、こういった反響の中から、逆に、現在の子供たちにいかに先端科学を伝えようと努力している方々の有する共通の認識を感じることができた。

一般公開終了後、それぞれのファイルの著作権

を各参加部門にいったん還元した後、各参加部門の了解を得て、今回の公開の記録としてこの HP は情報広報室の管理のもとで常時、ブラウズできる状態にしてある。つまり、この HP は情報発現の場として現在も機能しているわけであり、大勢の方々に再度ブラウズしていただきたいと思っている次第である。また、この種の一般向け HP を今後、どのようにアップデート・管理し、定常的なアカウントビリティの発現の場としていくかは、これから所全体で取り組むべき問題であろう。

【パンフレット】

31 の参加団体が日頃どのような研究・活動を行っているのか、また、公開当日はどんな展示を行うかといったことが子供でもすぐにわかる親しみやすいパンフを作成することを目標にパンフレット掛が企画・立案・制作を担当した。9 月に各研究室に原稿を募り、また、同時に表紙や展示会場の配置図の作製を開始した。アモロファスや磁石など各参加部門の研究内容を象徴するアイコンを HP と統一させて各参加部門のページや目次に掲載すること、また、今回からカラーのページを希望する参加部門と目次等には使用してもらうなどの新しい試みを始め、これまで以上に分かりやすいパンフレットとなるよう努力した。また会場掛との連携で、それぞれの展示場所の呼び名も訪問する側にとってあまり意味のない＃号館〇×などという表現をやめ、展示会場〇〇番という形式に統一した。

完成したパンフレットは親しみやすく、好評であった。特にカラーのページが「読むパンフレット」から「見て楽しいパンフレット」への脱皮が効果的に行われたことを物語っている。しかし、一方でアンケートの結果では参加会場を示した見取り図が分かりにくいとの意見をいくつかちょうだ

いした。それでも一昨年のもとは比較するとわかるのだが、今回の参加会場見取図はかなり改善されているはずだ。これ以上はパンフレットの問題というより、所内に点在する各展示場をいかに統一するか、という一般公開全体の企画に関する問題であると我々実行委員は考えている。

【会場準備】

外部から来られる方々に、「金研はどこにあって受付はどこか」ということがわかるように一番丁付近から効果的にポスター・案内標識等を掲示すること、あるいは会場内での立ち入り禁止区域、喫煙場所の指定、さらには緊急時の連絡網を徹底することなどはすべてたった4名の会場準備掛の仕事である。この掛のお陰で当日、金研内外に数10種に及ぶ標識が張り巡らされ、来訪者が迷わずに各展示会場を回れ、また、不用意な危険にさらされないようにとの配慮を徹底して行うことができた。今回の会場準備の特徴は前回にも増して、来訪者に親しんでいただけるアイデアを様々な個所に盛り込んだことだと思う。例えば、エレベータ内の表示、排他的な印象を与えることを極力さけた「立入禁止」の表示、車での入場をご遠慮していただく旨の表示など、一つ一つの標識には心のこもった表現が溢れていた。さらに今回、渉外掛の判断で、万一の事故に備えて傷害保険に加入し、万全の体制で臨んだ。

【当日】

当日は初日があいにくの冷たい雨、二日目は逆に快晴、という天候であった。入場者分布をみると、初日は午後2時過ぎまで行われた機器分析研究会の出席者の方々、また、県立工業高等学校、東北工業大学など、団体の来訪者の方々が多く、400人弱の入場者数を数えた。しかし、期待していた

小中学校からの授業を兼ねた見学というのは一件もなく、そういったことを前提にしてきた金曜日の開催というやり方に大きな反省を促す結果となった。(ちなみに一昨年も授業の一環としての入場者を金曜日に迎えたという記録はない。) 一方、二日目は家族連れや一般の方々が大学生に加わり、600人弱の入場者数となった。これら、入場者の分布、アンケート結果などは実行委員会のHPに掲載されており、その他の舞台裏の情報を含め、記録として常時公開されているので興味のある方はアクセスして欲しい。(後述)

【案内掛】

「所内に点在する展示会場」という現在の一般公開の形式の大きな欠点を補うのが公開日当日の案内掛の活躍である。外回りの誘導を担当する掛とツアーを担当する掛とに仕事は大きく分けられる。前者は多数ある金研への入り口から2号館の受付までの誘導を担当、後者は所内に入ってからがわからない来訪者の方々に対し要領よく約90分でいくつかの展示会場を巡るツアーを担当した。すなわち現在の金研の一般公開では、最後の段階において、入場者の方々と我々受け入れサイドとが一對一で対応することによって、各展示会場への誘導をはかっているのである。

ツアーコンダクターは一定の時間を束縛されるので、主に金研に所属する学生の方々にアルバイトとして参加していただいた。「ラッシュ」時には約10分間隔で出発するツアーが間に合わないほどの盛況振りであった。これらのバイトの学生の方々の意識は我々委員会サイドの頭が下がるほど高く、第一線において大活躍していただいた。参加者によるこのツアーの評価はかなり高い。やはり、初めて金研に入った方々にとっては、展示会場が分散する所内はわかり難かったようである。

現在の展示会場分散形式で一般公開を続ける限り、この案内掛による一対一の誘導は必須であると思われる。

【スタンプラリー】

一昨年からの伝統を踏襲した一般公開の一つの出し物がスタンプラリーとラリー修了者に与えられる未来博士号である。今回は大学入学から博士課程修了までの9年(考えてみると長いものだ)に相当する9個のスタンプを集めてもらうこととした。しかし、レポートと称する一般公開のアンケートの提出や講演会もこの枠に含まれているので、負担になってはいない。各展示場で展示内容に関連した質問とその答えをキーワードのとして書いてもらうのだが、前回までは形式が不揃いで来訪者からみて分かり難いという声があり、今回、A4のパネルで統一形式の質問板を作成し、一目見てスタンプラリーを実施していることがわかるようにした。

一方、未来博士号の授与は本多記念館視聴覚室において極めておごそかに行われた。3名の書道家の先生の直筆で未来博士号取得者の名前を証書に記していただき、一名一名に博士号を授与した。今後もこのような手の込んだ未来博士号の授与方法が適切かどうかということは議論の分かれるところだが、いずれにしても今回、歴代の名誉教授のお写真を仰ぐ厳粛な雰囲気の中で証書の授与が行われたことは、未来博士号取得者の側からすると印象深かったようだ。

また、残念ながらこれまで過去2年の未来博士号取得者の記録がなかったので、今回はどのような方々に授与したのかという記録をきちんと残すことにした。2日間で計326名の方々に証書を授与した。うち、団体できた大学生が33%をしめ、他に小学生が15、高校生が7、中学生が3%である。

我々が本当に期待していた児童生徒、特に中学生の比率が極端に少ないのは、最近の理系離れを反映しているといってしまうまでもだが、一研究所の一般公開という範ちゅうを越えた日本の将来にかかわる大きな問題だと思うのは実行委員のメンバーだけであろうか？

【一般展示】

31の展示会場においては様々な工夫が凝らされた展示内容の紹介が行われた。その一つ一つをここに紹介するわけにはいかないのが残念である。どの展示も創作者の意気込みとアイデアに満ちたものであり、「義務的なアカウントビリティ」を遙かに凌駕したレベルの高い内容を持つものであった。実行委員長として僭越であるが、この場をお借りして展示の企画準備にあたられた職員・学生の方々に心から敬意を表したい。私個人としては、このような展示をさりげなく行ってしまう各参加団体の恐ろしいほどの実力がもったいないと思うと同時に、材料の重要さをもっと社会に、特に、一人でも多くの小中学生に知っていただきたいと切望している次第である。一般公開という限られた場以外に、これからの大学というのは、研究者の負担を最小限に保ちつつ、こうした社会に対する情報の還元を定常的に行っていくことが必要なのではないだろうか。今回、3度目の金研一般公開は各参加団体がそのポテンシャルを十分に有していることを体現したものだといえる。

【講演会】

今回の一般公開のもう一つのメインイベントが藤森所長と松井教授による一般聴衆を対象とした講演会である。タイトルはそれぞれ「役に立つ不思議な磁気の話」と「ミニ太陽をつくれ」。30分ずつの講演は小中学生にも丁度よい時間配分で、

会場となった講堂があふれるほどの盛況振りであった。お忙しい中、普段とは異なった聴衆相手の講演を快くお引き受けしてくださった両先生にこの場を借りて、委員会を代表して感謝したい。この講演会もビデオに収め、CD-ROMとして「閲覧」できるようにしてある。希望の方は実行委員を努めた方々に問い合わせを欲しい。

【実行委員会の記録とインフラストラクチャーについて】

今回、7月に実行委員会が発足し、11月に一般公開を実施、その後アンケート結果や入場者の分析などを行い、12月に実行委員会として一切の仕事を終了し、委員会は解散した。この間、我々は9回の実行委員会を開き、一般公開の理念から技術的側面まで幅広く議論した。また、各掛に至っては数えきれないほどの会合を開き、実務面で落ち度のないよう準備を重ねてきた。この間の委員会の活動経緯、議事録、予算決算、各掛の記録などの舞台裏の記録の一切は実行委員会のホームページ (<http://hiragalb.imr.tohoku.ac.jp/openhouse/openhouse.html>) に掲載してある。このHPは7月の委員会の発足時から、委員の間の共通のプラットフォームとして機能してきており、現在もarchiveとしていつでも閲覧できる状態にしている。予算等、立ち入った情報もあり、不用意なアクセスを避けるためのパスワードをかけてあるが、基本的には公開しているので、興味ある方はお近くの前実行委員か私から(e-mailで)ユーザーID等、必要な情報を入手されて、是非一度ブラウズしていただきたい。

一方、今回の実行委員会のもう一つのインフラとして効果的に機能したのが、実行委員間のメーリングリストであった。所定の oh99_mem というアドレスにメールを送るだけで全実行委員に必要

な情報が配られ、期限が迫った時の緊急の連絡事項、あるいは実行委員会での決議もれ事項などの重要な情報の周知徹底に非常に役にたった。また、各予算の執行、決算などはたった一人の会計掛にボランティアとしてその任を果たしていただいたが、予算等の執行・管理システムは実にしっかりとしたものであって、各参加団体・掛間の連絡に問題は生じなかったと思う。

【今後の一般公開の在り方について——結言に代えて——】

今回の金研一般公開も無事終了した。我々ではできる範囲内で万全の体制で臨み、また、各参加団体の展示内容も金研の一般公開として先に述べたように充分、世間に誇れるものであった。しかし、ここで自画自賛することなく、今回で3回目の一般公開を冷静に分析することが、今後の金研一般公開の在り方を考える上で重要なのだと思う。

一般公開後の実行委員間の反省会での一番の焦点となったことは、入場者が1,000人弱であり、一昨年に比べその数は増えたものの、特に最初、念頭においていた小中高校生の全入場者に対する割合が少ないことであった。この結果は、我々が内側からみた金研一般公開というイベントと、世間一般、特に小中学校の児童生徒・先生からみたこの公開との意識のずれが、まだまだ大きいことを如実に物語っているように思う。万人が理系に進むわけではないし、けしてこの公開への参加を強要することはできないが、それにしても、我々実行委員は将来を背負って立つ科学者の卵がもっと多く金研を訪れ、何かを感じ取ってもらうことを期待していた。しかし現実の結果は厳しいものであり、今後の地道な努力により、地域の人々にもっともっと開けた金研を築き上げていくことの必要性を教えてくれた。

また、一般公開の実施方法についても大きな問題提起がある。一昨年的一般公開に引き続き、今回の一般公開もボランティアとして集まった研究者が企画段階から広報を始めとする各掛の業務、当日のすべての対応、そして事後の整理までを責任をもって実施した。しかし、この研究者にすべて頼った実施形態を決して既成事実としていただきたくないのである。私事で恐縮だが、私自身、民間企業に勤務していた時代、毎年、このようなイベントを経験し、また、学生として長い間、米国の私立大学に籍をおいた時も同様のイベントを経験してきた。しかし、この金研の一般公開のように純粋の研究者が企画段階から、当日の接客、そして事後の処理までをほとんど全責任をもって行うことは極めて異例であると言わざるをえない。民間のセンスであれば高い給料を払ってる研究者にこのような業務を任せることは損失につながるからである。では何故、金研における一般公開がこのような実施形態をとらざるをえなかったかという、端的に言って、現在の東北大学には大学を経営するという意識がほとんどないからなのである。その結果が、本来ならば極めて重要なアカウンタビリティ発現の場であり、宣伝の場である一般公開を、研究者という素人にその企画からすべてを任せる形になっている。このようなイベントは本来は、大学を経営する側、金研であれば所長・事務部・情報広報室を中心に、所の情報公開をいかに効率的に進めていくかという専門の常設部局を作り、そこが中心になって推進するのが本来のやり方なのである。このような広報や情報管理に関する本学の意識の遅れは特許管理体制などにも現れている。残念ながら現在の東北大学には

こういった問題に関する改革の意識がやっと芽生え始めてきたばかりであり、一般公開にしてもしばらくは今回同様、研究者自身が企画段階から音頭をとって進めていかなければならないだろう。膨大な負担を考えると躊躇してしまう。が、しかし、それでも一人の小学生が液体窒素で凍った花に目を輝かし、磁石や超伝導の秘密に驚く姿がそこにある限り、行っていくべきイベントなのだというを我々実行委員一同、疑わない。

最後にこんな夢を綴って本稿を閉じたい。

20年後のある春の一日の風景です。金研の一研究室に今年もまた新しい学生が配属になりました。

先生：「どうして金研に来たの？」

新入生のH田K子さん：「あの一、私、小学校の時から毎年、金研の一般公開に連れて来られてたので、なんか、当たり前のような気がして...」
.....

そして、さらに20年後、ある新聞の見出しです。
「常温超伝導、ついに実用化の運びへ。送電ロスがゼロ、国はリニアモーターカーネットを実現化の運びへ。また、この材料を設計・合成したH田K子氏はノーベル物理学賞受賞決定！」
You may say I'm a dreamer. But I'm not the only one. I hope someday you will join us. And the world will be as one.

<付 録>

- パンフレット抜粋 (P. 72 参照)
- ホームページ抜粋 (P. 73 参照)
- 実行委員名簿 (P. 75 参照)

研究会報告 (1) :

高圧力を利用した新物質の創製

代表者 八木 健彦 (東京大学物性研究所教授)

1. はじめに

超高圧は、新物質を創り出す有力な手段として広く用いられてきた。一時期は、超高圧発生に用いられる動的圧縮、静的圧縮おのおのの分野で、大きな試料体積を得るために、より大型の装置を設置する動きが盛んであった。それらの装置を使った研究もいろいろと成果を挙げてきたが、最近ではむしろ、極微小試料の解析技術や極短時間の計測技術の進歩に支えられ、きわめて小型の装置でより極端な超高圧超高温条件を発生し、豊富な情報を得る方向へと研究が進展しつつある。また研究の対象も、比較的簡単な元素や化合物、地球深部関連の物質だけでなく、物理化学的に興味のある多様な物質へと拡がりつつある。

金研では長年、このような高圧科学の分野で学界をリードする研究が数多く行われてきた。そうした中で、この春には金研で28年間にわたり、2

段式軽ガス銃をはじめ種々の高圧装置や物質合成装置を用いてさまざまな新物質の創製に先駆的な業績を挙げてこられた庄野安彦先生が定年退官された。本研究会は、これを機会に、庄野先生が長年推進してこられた高圧力を用いた新物質の創製の最新の技術的進歩を概観し、動的圧縮、静的圧縮などそれぞれの分野における技術的特色を生かした今後の研究のあるべき方向を議論しようと企画されたものである。

2. 研究会報告

標記の研究会は平成11年6月3日-4日の2日間にわたり東北大学金属材料研究所で開催された。この分野の第一線で活躍する研究者を中心に約40名の参加者があり、2日間にわたり講演と活発な討論が行われた。プログラムを次に示す。

[プログラム]

日時：平成11年6月3日(木)-6月4日(金)

場所：東北大学金属材料研究所本多記念館

6月3日(木)

13:30-13:40 はじめに

八木健彦(東京大学・物性研究所)

座長：庄野安彦

-
- 13:40-14:00 戦略的基礎研究“超高压・超強磁場・極低温-複合極限の生成と物性研究”で目指しているもの 遠藤将一（大阪大学・極限科学研究センター）
- 14:00-14:20 固体のユゴニオ計測の高精度化と衝撃誘起相転移の研究 真下 茂（熊本大学・工学部）
- 14:20-14:40 強力衝撃波発生装置の導入と新物質探索研究 関根利守（無機材質研究所）
- 14:40-15:00 衝撃圧縮研究の新展開-時間分解 X 線回折・ラマン散乱実験 近藤建一（東京工業大学・応用セラミックス研究所）
- 15:00-15:20 衝撃成形法による磁性材料の開発 斉藤哲治（千葉工業大学）
- 15:20-15:50 休憩

座長：八木健彦

- 15:50-16:10 岩塩型構造を有する遷移金属酸化物の高压挙動 野口雄一（東北大学・金属材料研究所）
- 16:10-16:30 ダイヤモンドアンビルによるメガバール領域での X 線回折実験 近藤 忠（東北大学・理学部）
- 16:30-16:50 放射光を用いた地球物質の研究 鈴木昭夫（東北大学・理学部）
- 16:50-17:10 II-VI 族半導体の高压相転移 草場啓治（東北大学・金属材料研究所）

6月4日（金）

座長：近藤 忠

- 9:30-9:50 ダイヤモンドアンビルセルと YAG レーザー加熱を用いた高温高压下での新物質の創成と単結晶育成 長谷川正（東京大学・物性研究所）
- 9:50-10:10 アルカリ金属—遷移金属金属間化合物の高压力を利用した合成 阿藤敏行（東北大学・金属材料研究所）
- 10:10-10:30 超高压下の新物質創製と電子顕微鏡の利用-LiNbO₃の高压相 八木健彦（東京大学・物性研究所）
- 10:30-11:00 休憩

座長：武居文彦

- 11:00-11:20 高水素圧下における超多空孔金属の創製 深井 有（中央大学・理工学部）
- 11:20-11:40 ベルト型装置を用いた新材料探索—周期律表を眺めながら 滝沢博胤（東北大学・工学部）
- 11:40-12:00 高压相磁性体の探索と単結晶合成 菅家 康（無機材質研究所）
- 12:00-13:30 昼食
-

座長：遠藤 忠

13:30-13:50 キュービックアンビルプレスを用いた超伝導酸化物の合成

山本文子（超電導工学研究所）

13:50-14:10 高圧力を利用した新超伝導体の創成

城谷一民（室蘭工業大学・工学部）

14:10-14:30 ペロブスカイト型高压相の相平衡と熱力学的安定性 赤荻正樹（学習院大学・理学部）

14:30-14:45 休憩

座長：深井 有

14:45-15:05 地球深部物質の結晶成長

武居文彦（大阪大学・理学系研究科）

15:05-15:45 遷移金属酸化物と超高压研究

庄野安彦（東北大学・金属材料研究所）

3. 成果

初日前半は、多重極限と衝撃圧縮の分野において最近推進されている大型プロジェクトの概要と成果が報告された。また後半には、シンクロトロン放射光を用いて行った極限条件下のX線その場観察実験による研究報告が行われた。これらはいずれも最新の科学技術と大型の予算をつぎ込むことによってはじめて可能となった研究である。2日目はまず、ダイヤモンドアンビル装置を使いこなして得られた新物質合成の研究報告がなされた。ダイヤモンドアンビル装置は試料室がきわめて小さく、得られる試料の量が少ないという欠点はあるものの、極端な高温高压条件を生成できることや、気体試料を取り扱えることなど、従来の高温高压実験にはない特色を持っており、今後の一層の発展が期待される。2日目の午前後半から午後にかけては、キュービックプレスを用いた、さまざまな超伝導酸化物をはじめとする新物質の合成の研究が紹介された。従来超高压実験というもののはかなり特殊なものと考えられてきたが、このような分野では、最近装置そのものが取り扱い易くなり、高压装置がいわば“高压電気炉”といった捉え方で使われるようになってきた。このよう

に、実験技術に関するバリアーが低くなれば、より多様な研究者が参入し、面白いアイデアに基づく研究が進展すると期待される。最後は庄野先生による金研での長年の超高压研究のまとめで研究会が締めくくられた。

4. まとめ

2日間にわたる研究会の発表の中で、超高压を用いたさまざまな新物質創製の試みの、最新の状況が明らかにされた。従来しばしば、圧力は温度に較べて物質の性質に対する影響が小さいと考えられてきた。しかし最近の超高压実験における圧力領域の拡大はこのような考え方を覆し、温度変化に劣らず多様な物性の変化が、圧力変化によってもたらされることが明らかにされてきた。シンクロトロン放射光をはじめとする極微小試料からさまざまな情報を得る実験技術の発達や、極短時間の計測技術に支えられた新しい衝撃実験技術の発達により、実験可能な圧力温度領域は今後もさらに広がり、新しい物性を持った物質も次々と創られていくと期待される。超高压研究におけるそのような、今後の発展の展望を得るために大変役に立つ研究会であった。

準結晶研究会

蔡 安邦 (金属材料技術研究所)

1. はじめに

準結晶の研究は、金属、物理、数学および建築学など多くの分野での発展が進められている。本研究では、それら異分野の研究者を一堂に会して議論することにより、国内の準結晶研究のポテンシャルを高くすると共に、斬新な知見を得て準結晶研究にブレークスルーをもたらすことを期待して開催されたものである。6月16日～18日の3日間にわたって金研の講堂にて開催された。研究会には、49件の発表があり、74名の参加者が出席(登録者のみ)した。

2. 研究会報告

16日の前半では、主として構造と電子状態に関する理論計算であり、準結晶特有の乱れと構造に起因する電子物性について議論された。後半では、準結晶の試料作製と機械的性質について数件の発表があり、準結晶中で正20面体対称性に対応したエッチピットが観測されたことや、準結晶の高圧に対する高い安定性(70 GPaまで安定)の報告が注目された。また、機械的性質では、準結晶中の転位の熱活性化運動は結晶転位のパイエルス機構による運動と類似していることが提案された。

17日の午前前半では、熱的と力学的性質に関する発表が主で、6次元格子常数の温度依存性から熱膨張係数の見積もり、高温比熱から高温相転移の観測、2次元準結晶中の拡散係数の測定等の発表があった。2次元準結晶中のCoの自己拡散係数

は周期方向においてやや大きいという結果が得られた。後半では、準結晶の電気伝導、光伝導、電子スピン共鳴および電子分光などの手法を用いて準結晶の電子物性を電子構造と対応させて議論された。電子エネルギー損失スペクトルの測定により近似結晶の擬ギャップを捕らえ、準結晶への近似度の違いでギャップの深さが異なるとの報告は特に興味が引かれた。午後前半では中性子散乱によるフォノンと磁気散乱の測定が報告され、準結晶構造の対称性に対応した磁気散乱が観測され、準結晶には短距離のある種の準周期的な磁気構造が形成されていることが提案された。また、コンピュータシミュレーションによる近似結晶と準結晶のブリルアンゾーンの3次元可視化も非常に興味が注がれた。午後の後半では、多面体と正20面体準結晶の構造が中心であった。“準結晶と建築”と題する講演が行われ、準結晶が発見される前に正20面体と準周期構造がすでに建築に応用されていたことが紹介された。また、多次元半正多胞体の多くの応用例も示された。

Al-Pd-Mn正20面体準結晶の構造モデルの投影法から得られた原子クラスターは、X線回折法から求められた現実の近似結晶構造中の原子クラスターとほぼ同じであることから、既知の正20面体準結晶構造モデルはよい近似になっていることが明らかとなった。

18日午前では、準結晶の関連結晶の構造について論じた発表が主であった。六方晶-準結晶間の

相転移が観測されたことから、投影法では近似結晶として記述できないものの、この六方晶は準結晶構造に深く関連したものと結論された。また、この既知の六方晶構造には大きな原子クラスターが存在しないことから、この種の準結晶にも大きな原子クラスターがないと推論された。また、準結晶の構造を一種の変調構造として見なす考え方も示された。この他に、原子クラスターを主体とした新しい近似結晶の構造が解かれた。また、単準結晶 X 線回折法により相変態におけるフェイズ歪みの役割を調べた報告があった。午後の最後のセッションでは、主として高分解能原子像に基づき、準結晶と近似結晶の構造が盛んに議論された。特に準結晶中に大きなクラスターがあるかどうかは、議論の焦点になっていた。この点は今後の準結晶の構造研究の争点になりそうな感じであった。最後に、フラクタルの占有領域を 12 回対称の 2 次元準結晶の構造を再現するという試みがされた。

3. 成果

研究会には約 74 名の研究者が参加し、3 日間にわたって興味深い研究結果が発表され、また、熱をこもった議論が行われ、日本の準結晶研究のポテンシャルの高さを物語っている。特に、最後の発表までほぼ同じ人数で聴講していたことが印象

的だった。全体の発表を見渡して、良い試料が得られるようになったこともあって物性測定とその議論がかなり精密になっており、準結晶に対する理解が着実に進んでいることが読み取れた。特筆すべきは準結晶構造について新しい実験事実に基づき、新しい考え方が提案された。従来の準結晶の構造は大きなクラスターを基本とし、このクラスターが準周期かあるいは周期的に配置することによって、準結晶あるいは近似結晶になると一般的に信仰されていた。今回の研究会では異なる考えが提案された。そうだとすると、投影法で結ばれた準結晶と近似結晶の関係が崩れることになる。今後、この点が議論を呼びそうで、準結晶の構造研究も新しい局面を迎えるような予感がした。

4. まとめ

今般、発表内容、出席者、議論のポテンシャルを見れば、研究会は成功であると言えよう。準結晶研究自身は、多くの興味深く新しい知見が得たとは言え、準結晶研究を盛り上げるには、応用と新合金の開発が欠かせない、と全体の研究者が共通に意識している。次回の研究会を開くまで、大きな進展が期待される。最後に、今回の研究会の世話に尽力された平賀先生をはじめ、平賀研究室の方々に深く感謝する。

研究会報告 (3) :

「結晶粒界とそれに関わる諸現象」

代表者 佐久間健人 (東京大学大学院工学系研究科教授)

1. はじめに

「超塑性の新しい展開」が文部省の科学研究費特定領域研究 (平成 8 年-10 年度) に採択されて以来、超塑性およびその関連分野の研究が著しく活性化している。この特定領域研究においては、ナノ結晶材料 (合金、金属間化合物)、非平衡材料、ファインセラミックス材料などにおける超塑性発現に対する材料組織、構造因子、高温変形特性、粒成長、相変態などに関する詳細な実験を行い、現象の本質を総合的に解析するとともに、超塑性現象の力学的本性を理解、記述するための理論的整備、マクロな超塑性変形とミクロな変形機構を統合する力学系の確立、微細粒境界解析法の超塑性解析への適用などを研究目的としている。

これまでの超塑性に関する研究から、超塑性の発現には「粒界すべり」をはじめとする粒界にかかわるさまざまな現象が複雑に関連していることが明らかにされている。しかしながら、これまで「粒界」を主テーマとした超塑性関連の研究会はほ

とんど開催されていなかった。また、「濡れ性」や「ガラスの粘性」など超塑性に関連深い特性でありながら研究会のテーマとして取り入れられることが少なかった分野に関しても、これらに関する研究者の参加を得て、学際的な見地から超塑性という現象の本質を理解する必要があると考えられる。

本研究会は、上記のような背景を基に、超塑性の発現に最も関連の深い結晶粒界とそれに関連する諸現象に焦点をしぼり、超塑性現象に関する最近の実験結果の整理とそれに基づく理論的整備を進めるために企画された。

2. 研究会報告

研究会は平成 11 年 7 月 30 (金)、7 月 31 (土) の 2 日間にわたり、東北大学金属材料研究所講堂において開催された。プログラムは以下の通りである。

7 月 30 日 (金)

挨拶 佐久間 (東大)

座長 広橋 (千葉大)

14:00-14:40 (I) 基調講演「粒界工学の展望」

東北大 渡邊忠雄

座長 川原 (東北大)

『界面すべり』

- 14:40-15:20 (2) 基調講演「粒界すべり・移動の転位機構」 横浜国大 福富洋志
 15:20-15:40 (3) 「Cu-Mo 人工積層複合材料の界面すべり挙動」 九大 吉田冬樹

座長 連川 (東北大)

『粒界破壊・キャピティの発生と粒界性格』

- 15:40-16:20 (4) 基調講演「界面破壊と界面構造・粒界性格」 阪大 柴柳敏哉
 16:20-16:40 (5) 「超塑性変形におけるキャピティの発生と粒界連結性」
 東北大 ○小林重昭、連川貞弘、渡邊忠雄
 16:40-17:00 (6) 「SiO₂ 微量添加ジルコニア (3 Y-TZP) の超塑性特性に対するキャピテーションの
 影響」 金材技研 ○森田孝治、平賀啓二郎

7月31日(土)

座長 本橋 (茨城大)

- 9:00-9:40 (7) 特別講演「トライボロジーにおける界面問題」 東北大 梅原徳次

座長 花田 (東北大)

『粒界の化学的性質と物性』

- 9:40-10:20 (8) 基調講演「ガラス融体の物性」 九大 森永健次
 10:20-11:00 (9) 基調講演「濡れの原子論」 阪大 野城 清

座長 古城 (阪大)

- 11:00-11:20 (10) 「セラミックス多結晶体中に残留する粒界ガラス相の粘性の評価」
 京都工芸繊維大 G. Pezzotti
 11:20-11:40 (11) 「Structure, segregation, composition and bonding of grain boundary in Si-based
 ceramics: Stable and unstable interfacial phases」 JST Hui Gu
 11:40-12:00 (12) 「アルミナセラミックスの高温変形と粒界電子構造」
 東大 ○吉田英弘、幾原雄一、佐久間健人

挨拶 (事務局);

3. 成果およびまとめ

渡邊 (東北大) は「粒界工学の展望: 高温材料
 の粒界設計・制御」と題した基調講演において、高

性能・多機能をもった構造材料、機能材料の設計
 開発への社会的要求が強まってきている現状を指
 摘し、このような時代の要請の中で、結晶粒界お

よび異相界面、表面の設計・制御に基づく材料設計・開発が次世代の材料開発の新しい方策として世界的に注目されてきていることを述べた。また、界面制御により材料の高性能化がはかられた実例を紹介した。

福富（横浜国大）は、粒界すべり・移動の素過程に関する研究について、方位制御した種々の性格の粒界を有する双結晶を用いた精密な実験を紹介し、粒界すべり・移動を粒界転位のすべりと上昇運動により説明した。その結果を基に、粒界すべりの転位モデルからみた超塑性における微細粒の意味について、粒界すべり硬化の抑制と粒界への転位の供給という観点から考察した。

吉田（九大）は Cu-Mo 人工積層複合材料の異相界面すべりに関して報告し、異相界面すべり挙動は界面構造の影響を強く受けること、異相界面すべりは界面上あるいはその近傍での転位の上昇運動に律速されていることを示した。

柴柳（阪大）は、Cu-Ni 合金の高温粒界破壊と粒界性格分布との関係について報告した。粒界破壊の多くはランダム粒界で生じていること、また、高温での変形条件とボイドの形成量との関係を粒界性格と関連づけて整理し、変形初期ではランダム粒界あるいは Σ 値の大きな粒界でボイドの形成が生じ、この傾向はひずみ速度が小さいほど顕著であることを述べた。一方、ランダム粒界であってもボイドを形成しない粒界があることや対応粒界であっても破壊応力が異なるなどの事実があることは、対応方位関係からだけでは整理し得ない組織因子があり、粒界面方位や粒界・粒界 3 重点近傍の局所変形状態などを考慮する必要があることを指摘した。さらに複合材料の異相界面構造の高温安定性に関する最近の研究を紹介した。

小林（東北大）は、超塑性変形におけるキャビティの発生と粒界連結性と題して講演し、超塑性

の発現には粒界すべりの促進とキャビティの発生・粒界破壊の抑制が必要で、そのためには粒界微細組織の最適化が不可欠であることを指摘した。その上で、組織最適化に関する基礎知見を得るために、Al-Li 系合金を用いて結晶粒経分布、結晶粒方位分布、粒界性格分布、粒界連結性などの多結晶組織因子を定量評価し、超塑性変形挙動に及ぼすそれらの組織因子の影響を調査した結果を報告した。その中で、粒界すべりが容易なランダム粒界存在頻度を高めることは必ずしも超塑性変形の発現につながるものではないこと、超塑性変形にともなって生じるキャビティは、ランダム粒界が 2 つ以上連結する粒界三重点において特に顕著であることを示し、粒界性格分布に加え、粒界連結性が超塑性変形の発現に対して重要な因子となることを述べた。

森田（金材技研）は、 SiO_2 微量添加ジルコニアの超塑性変形特性に影響を及ぼすクラック状キャビティの形成・成長過程について報告した。キャビティは粒界三重点に形成されたガラスポケットを起点として形成され、変形とともにガラスポケットから粒界に流れ込んだガラス相に沿ってクラック状に成長することを示し、初期粒経や SiO_2 添加量の増加はガラスポケットの形成を促進するためにより、延性の低下につながることを指摘した。また、特別講演として梅原（東北大）は「トライボロジーにおける界面問題」と題して講演し、(1) コーティング膜と基盤の界面、(2) 固体同士の界面（接触面）、(3) 固体と液体の界面における界面問題について最新の研究成果について紹介した。その中で、例えば、コーティング膜が硬くなると摩耗率が大きくなり寿命は長くなる方に遷移するが、一方、同時に膜が硬くなると膜の剝離に対する臨界膜厚が増加し、この観点からは寿命が減少

すること、また、コーティング膜の摩擦係数は雰囲気ガスに著しく影響されることなどが指摘された。本特別講演は、超塑性研究における界面問題に対して非常に示唆に富む内容であった。

特別講演の後には、セラミックスの超塑性と特に関連が深い「ガラスの融体物性（特に粘性）」「塗れ」に焦点を合わせ、森永（九大）、野城（阪大）が基調講演を行った。森永は、粘度の代表的測定方法、均一融体の粘度の組成依存性、温度依存性などについて紹介し、ガラスの粘度という観点から超塑性変形に対する私見を述べた。例えば、 SiO_2 系のガラスは Al_2O_3 等の酸化物が添加されるとガラスの構造単位が小さくなるために7-8桁の粘性の低下が起こることを示した。またガラスのファイバー化、セラミックスコンパウンドの押し出しやインジェクションを例に取り、これらの場合には粘度が $105 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 程度に調製されるという共通点を指摘し、超塑性変形において液体の流動性が支配的な系があるとすれば粘度が $105 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ で固液共存相を実現できれば超塑性変形の発現が可能となるであろうと推察した。

野城は、これまでマクロな現象として捕らえられていた濡れの現象を、固体の表面構造との関連から原子論的に解釈しようとしている研究について紹介し、濡れ性の温度依存性、表面方位依存性が原子的なレベルでの表面構造の変化によって生じることを示した。また、濡れ性に影響する因子として、(1) 液体金属およびセラミックスの熱力学的安定性、(2) 雰囲気（特に酸素分圧）、(3) 温度、(4) 合金添加元素、(5) 表面荒さがあげられることを述べた。

G. Pezzotti（京都工芸繊維大）は、粒界ガラス相を含む種々のセラミックスについて粒界すべり挙動を超高温内部摩擦装置を用いて系統的に調査す

るとともに、HRTEM、EELSにより粒界構造の観察および粒界化学的組成の測定を行い、粒界ガラス相の粘性と化学組成との関連を評価した研究を紹介した。

H. Gu（科学技術振興事業団）はシリコン基の非酸化物セラミックスの粒界についてサブナノオーダーでのEELSの測定を行い、窒化珪素の粒界に存在する酸窒化物相は非常に安定であり、N/Oの原子数比は異なる窒化珪素セラミックスでもほぼ一定であることを示した。また、共有結合性の高いセラミックスでは、粒界における空間電荷が不純物（添加元素）の粒界偏析と関わり合うであろうことを述べた。

最後に吉田（東大）は、アルミナセラミックスの高温変形特性と粒界の原子間化学結合状態との関連に着目し、各種ランタノイド元素を微量添加した Al_2O_3 焼結体のクリープ試験を行った結果について報告した。微量ランタノイド元素の添加によって Al_2O_3 のクリープ変形が著しく抑制されること、クリープ特性に及ぼすドーパントの効果は、イオン半径等のパラメータでは整理できず、粒界での原子間化学結合状態の変化に起因する可能性が高いことなどを示した。

以上のように、結晶粒界・界面に関わる第一線の研究者の参加を得て、界面現象に関する最新の情報や今後の問題点等を得ることができた。また本研究会には、「トライボロジー」「融体物性」など幅広い分野の研究者の参加により、超塑性という現象を別の角度から再検討することができた有意義な機会であり、超塑性の本質にさらに一步踏み込むことができたといえる。また、本研究会により今後の超塑性研究における新たな指針が得られたものと思われる。

研究会報告 (4) :

遷移金属酸化物における新しい量子現象

永長 直人 (東京大学大学院工学系研究科教授)

1. はじめに

遷移金属酸化物における電子系では遍歴性と局在性の競合から生じるその強相関効果のために新奇な集団的量子現象が数多く発現することがわかってきた。その舞台としては具体的には高温超伝導酸化物、巨大磁気抵抗を示すマンガン酸化物、p-波超伝導が見つかったルテニウム酸化物、梯子型物質、各種の量子スピン系などが挙げられる。これらの系ではが、スピンと電荷及び軌道という内部自由度が前面に現れる新しい物理が展開されている。この遷移金属酸化物の電荷・スピン・軌結

合系において発現する新しい量子現象を理論的、実験的に集中的に議論する研究会を行った。また関連分野として有機導体、半導体の人工構造、高温強磁性体の $(\text{CaLa})\text{B}_6$ 、など電子間相互作用が物性を支配している系についても第一線の研究者を招待してレビューをお願いし、分野の発展の方向性を議論した。

2. 研究会報告

研究会での講演題目と講演者は以下のプログラムのとおりである。

[プログラム]

日時：平成11年11月15日(月)～11月17日(水)

場所：東北大学金属材料研究所2号館講堂、会議室

Nov. 15 (Mon.)

- | | | | |
|-----|-------------|--|------|
| [0] | 10:00-10:10 | Welcome | 前川禎通 |
| | | (High Tc Cuprates) Chair: 山田和芳 | |
| [1] | 10:10-10:25 | Zn impurity in high-Tc superconductors — STM study — | |
| | | 内田慎一、永崎 洋、S.H. Pan、J.C. Davis | |
| [2] | 10:30-10:40 | Pseudogap and superconducting gap anisotropy in $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ | |
| | | 藤森 淳、溝川貴司、内田慎一、吉田鉄平、井野明洋、C. Kim、Z.-X. Shen、永崎 洋 | |
| [3] | 10:45-10:55 | Superconductivity in the tetragonal phase of low-doped LSCO | |
| | | 後神達郎、堀 純也、菊川直樹、岩田慎吾、中村文彦、藤田敏三 | |

- [4] 11:00-11:10 Pseudo gap and resonance peak in high temperature superconductors
原科 浩、佐藤正俊
(Break: 11:15-11:30)
- [P1] 11:30-13:00 POSTER PREVIEW AND POSTER Chair 藤田敏三
Lunch and Poster
(High Tc Theory) Chair: 福山秀敏
- [5] 14:30-14:45 Effect of strong coupling in gauge theory of high Tc superconductors — Confinement, stripe, phase separation, superconductivity — 永長直人
- [6] 14:50-15:00 Stripes in the two-dimensional t-J model 小形正男
- [7] 15:05-15:15 How to enhance pairing instabilities of doped Mott insulators — Proposals from insights on quantum criticality — 今田正俊、常次宏一、河野昌典
- [8] 15:20-15:30 Hall effect in high-Tc superconductors 上田和夫
- [9] 15:35-15:45 Superconductivities in high-Tc cuprates and 2D-organic compounds — Are their origins the same? — 守谷 亨、近藤 恒
(Break: 15:50-16:10)
- (Strong Correlation: Theory) Chair: 今田正俊
- [10] 16:10-16:20 Low-energy dynamics of the 1D orbitally degenerate Mott insulator 川上則雄
- [11] 16:25-16:35 Anomalous magnetism in CeCu_2Si_2 — Effect of randomness — 河野 浩、福山秀敏、M. Sigrist
- [12] 16:40-16:50 Spin liquid state around a doped hole in insulating cuprates
遠山貴己、柴田康雅、前川禎通、Z.-X. Shen、永長直人
- [13] 16:55-17:05 Non-perturbative approach to Luttinger's theorem and Fermi surface of the Kondo lattice 押川正毅
- [14] 17:10-17:20 Non-Fermi liquid and exotic orbital order in multichannel degenerate Anderson lattice
鶴田篤史、小林晃人、大野義章、松浦民房、黒田義浩
- [15] 17:25-17:35 Frustration and gauge field 大串研也、永長直人
- [16] 17:40-17:50 Chiral order in spin glasses 川村 光
(Break with Beer: 17:55-18:25)
- (Exotic Materials) Chair: 小菅皓二
- [17] 18:25-18:45 Charge ordering in the transition-metal organics (Review) 鹿野田一司
- [18] 18:55-19:02 Interplay of electron transport and magnetism in organic conductors
榎 敏明、榎本健吾、西條純一、加藤健広、宮崎 章
- [19] 19:05-19:12 Charge ordering in organic conductors $(\text{ET}_2)\text{X}$ 妹尾仁嗣
- [20] 19:15-19:22 Exotic oxides (vanadium and cobalt oxides)
上田 寛、磯部正彦、山内 徹、山田宏之、赤星大介

- [21] 19:25-19:32 TEM study on the oxygen vacancy ordering in $\text{YBaCo}_2\text{O}_{5+\delta}$ double perovskite
中山則昭、赤星大介、上田 寛
- [22] 19:35-19:42 Spin-vacancy-induced antiferromagnetic phase in a new Haldane compound $\text{PbNi}_2\text{V}_2\text{O}_8$
内野倉國光
- [23] 19:45-19:52 Epitaxial films of Fe^{4+} ($3d^4$)-perovskite oxides 寺嶋孝仁、林 直顕、高野幹夫
- [24] 19:55-20:02 $S=1/2$ Kagome-like compound $\text{Cu}_3\text{V}_2\text{O}_7(\text{OH})_{2.2}\text{H}_2\text{O}$ 広井善二

Nov.16 (Tues.)

(Ru-oxides etc.) Chair: 高木英典

- [25] 8:45- 9:05 Sr_2RuO_4 (Review) M. Sigrist
- [26] 9:10- 9:25 Roles of different orbitals in the superconductivity of Sr_2RuO_4
前野悦輝、西崎修司、毛志 強
- [27] 9:30- 9:40 Search for spontaneous magnetic field in Sr_2RuO_4 using micro-Hall probes
為ヶ井強、K. Behnia、奥田修弘、大井修一、芝内孝禎、毛志 強、前野悦輝
- [28] 9:45- 9:55 Spin-orbit coupling in Sr_2RuO_4 and Ca_2RuO_4 studied by spin-resolved circularly-polarized photoemission
溝川貴司、L.H. Tjeng、G.A. Sawatzky、G. Ghiringhelli、O. Tjernberg、N.B. Brookes、中辻 知、深澤英人、前野悦輝
- [29] 10:00-10:10 Effects of chirality in p-wave superconductors 古崎 昭、松本正茂、M. Sigrist
(Break: 10:15-10:30)

(Orbital ordering) Chair: 秋光 純

- [30] 10:30-10:45 Orbital ordering of YTiO_3 observed by resonant x-ray scattering
中尾裕則、村上洋一、若林裕助、木山 隆、田口康二郎、十倉好紀
- [31] 10:50-11:00 Anomalous x-ray scattering in LaMnO_3 高橋 学、五十嵐潤一、P. Fulde
- [32] 11:05-11:15 Group theoretical study of resonant x-ray scattering in manganites
石原純夫、前川禎通
- [P 2] 11:20-12:50 POSTER PREVIEW AND POSTER Chair 十倉好紀
Lunch and Poster

(Mn-oxides) Chair: 宮野健次郎

- [33] 14:30-14:50 Charge/orbital order in manganites and other oxides (Review) 十倉好紀
- [34] 14:55-15:05 Quantum spins in the double exchange model in infinite dimensions
長井健太郎、桃井 勉、久保 健
- [35] 15:10-15:20 Low temperature resistivity of half-metallic compounds (LSMO and CrO_2) 古川信夫
- [36] 15:25-15:35 Probing of surface magnetic/electronic properties of Mn perovskite by scanning probe microscopy/spectroscopy 松本卓也、馬 健行、田中秀和、川合知二

-
- [37] 15:40-15:50 Spin dynamics and orbital degrees of freedom in double-layered manganese oxides
 廣田和馬、久保田正人、藤岡弘文、吉沢英樹、守 友浩、遠藤康夫
- [38] 15:55-16:05 Interrelation between the orbital polarization and magnetic structure in layered manganites
 守 友浩、穂本卓巳、大山研司、岡本敏史、石原純夫、前川禎通、廣田和馬、中村新男
 (Break : 16:10-16:30)
- (New Materials) Chair : 上田 寛
- [39] 16:30-16:37 Charge ordering process in a mixed valenced system LuFe_2O_4
 山田安定、橋田啓太郎、納土晋一郎、池田 直
- [40] 16:40-16:47 Spin gap and ferromagnetism in doped Mott insulators with strong Hund's rule coupling
 B. Ammon、今田正俊
- [41] 16:50-16:57 Metal-insulator transition in pyrochlore compounds $(\text{R}, \text{Bi})_2\text{Ru}_2\text{O}_7$ ($\text{R}=\text{Y}, \text{Sm}, \text{Eu}$)
 — Effects of antiferromagnetic fluctuations on transport properties —
 吉居俊輔、村田一大、佐藤正俊
- [42] 17:00-17:07 Submillimeter wave ESR study on strongly correlated magnetic oxides
 野尻浩之、小山佳一、本河光博
- [43] 17:10-17:17 NMR study of charge ordering in vanadium oxides
 伊藤正行、秋本修之、山田浩之、磯部正彦、上田 寛
- [44] 17:20-17:27 Crystal structure of α' - NaV_2O_5 in singlet state
 澤 博、大濱哲夫、村上洋一、藤井保彦、磯部正彦、上田 寛
- [45] 17:30-17:37 Nuclear magnetic resonance and relaxation of Cu in edge-sharing Cu-O chain compound $\text{Ca}_{0.85}\text{CuO}_2$
 吉村一良、加藤将樹、小菅皓二
- [46] 17:40-17:47 Non-stoichiometry control of transition metal oxides with high valence state using soft chemistry and high pressure method
 菅野了次、平野 敦、武田隆史
- [47] 17:50-17:57 Synthesis of transition-metal oxides $\text{A}_3\text{BB}'\text{O}_6$ with K_4CdCl_6 type structure, and their electronic properties
 小菅皓二、加藤将樹、吉村一良
 (Break with Beer : 18:00-18:20)
- (Stripe etc.) Chair : 瀧川 仁
- [69] 18:20-18:27 A link between the Fermi surface and the spin structure in the Hubbard model for the high- T_c cuprates
 黒木和彦、有田亮太郎、青木秀夫
- [48] 18:30-18:37 Spin and charge fluctuations in YBCO superconductors
 A. Garrett、新井正敏、遠藤康夫、田島節子
- [49] 18:40-18:47 Charged stripes and magnetoresistance anomalies in antiferromagnetic YBCO
 安藤陽一、A.N. Lavrov、瀧川耕司
-

-
- [50] 18:50-18:57 Stripe vs. superconducting orders in $\text{La}_{2-x-y}\text{Eu}_y\text{Sr}_x\text{CuO}_4$
小嶋健児、永崎 洋、内田慎一
- [51] 19:00-19:07 Spin dynamics in the spin-glass $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$
松田雅昌、藤田全基、山田和芳、遠藤康夫、脇本秀一、M.A. Kastner、R.J. Birgeneau、G. Shirane
- [52] 19:10-19:17 Interference effects between the superconducting gap and magnetic excitations in $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Y}_x\text{Cu}_2\text{O}_8$ and $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$
水貝俊治、細川俊彦、早水尚樹
- [53] 19:20-19:27 Specific heat of $(\text{La}, \text{Nd}, \text{Sr})_2\text{CuO}_4$ measured up to room temperature
武田 淳、犬飼俊之、佐藤正俊
- [54] 19:30-19:37 Pseudogap behaviors in Bi 2212 and La 214
伊土政幸、小田 研、桃野直樹
- [55] 19:40-19:47 Fermi surface of Bi 2212; electron-like or hole-like? — Ultrahigh momentum-resolved photoemission study —
佐藤宇史、A. Kaminski、高橋 隆、門脇和男、J.C. Campuzano
- [56] 19:50-19:57 Superconducting gap and pseudogap probed by phonons
田島節子、M.F. Limonov、V. Zelezny、山中明生

Nov. 17 (Wed.)

(High T_c) Chair: 佐藤正俊

- [57] 9:00- 9:20 Vortex of high- T_c superconductors; vortex core and vortex matter
松田祐司
- [58] 9:25- 9:32 Superconducting anisotropy in $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ single crystal
石田武和、奥田喜一、安達成司、田島節子
- [59] 9:35- 9:42 NMR study on charging effects of the vortex core of high- T_c superconductors
熊谷健一、古川裕次、松田祐司
- [60] 9:45- 9:52 Effects of charge fluctuation on Hall effect in vortex state
加藤雄介
- [61] 9:55-10:02 Theory of Josephson effect in p-wave superconductors
田仲由喜夫、柏谷 聡
(Break: 10:05-10:20)
- [P 3] 10:20-11:40 POSTER PREVIEW AND POSTER Chair: 永長直人
Lunch and Poster

Chair: 前川禎通

- [62] 14:00-14:20 Quantum critical point: theory (Review)
三宅和正
- [63] 14:25-14:45 Quantum critical point: experiment (Review)
北岡良雄
- [64] 14:50-15:05 Resonant tunneling in nanoscale molecular magnets
宮下精二
- [65] 15:10-15:30 Periodic potential and umklapp scattering in mesoscopic systems (Review)
勝本信吾
- [66] 15:35-15:40 Comments
佐々木貴彦、福山秀敏
-

[67] 15:40-16:00	High temperature ferromagnetism La-doped CaB_6	高木英典
[68] 16:05-16:15	Concluding Remarks	内田慎一

Poster session

Nov. 15 (Mon.)

[P 1-1]	Spin gap and neutron peaks in the doped two-dimensional Hubbard model	浅井美博
[P 1-2]	Mott transition in quasi-one-dimensional Hubbard model	藤本 聡
[P 1-3]	Antiferromagnetic and superconducting correlations on the d-p model	小池上繁、山田耕作
[P 1-4]	Pseudo gap and superconducting gap in strong coupling superconductors	重城貴信、山田耕作
[P 1-5]	Theory of pseudogap phenomena in high- T_c cuprates and their magnetic field dependences	柳瀬陽一、山田耕作
[P 1-6]	Pseudogap induced by superconducting fluctuation and anomalous metals in the d-p model	小林晃人、鶴田篤史、松浦民房、黒田義浩
[P 1-7]	d-wave and p-wave superconductivity in two and three dimensional Hubbard model — A FLEX study —	有田亮太郎、黒木和彦、青木秀夫
[P 1-8]	A self-consistent approximation in the theory of spin fluctuation-induced superconductivity	中村 賢、浜田典昭
[P 1-9]	Electric transport in junctions with manganites	井上順一郎、伊藤博介、大沢友克
[P 1-10]	Spin wave excitation and orbital polarization in manganese oxides	前園 涼
[P 1-11]	Orbital degree of freedom and phase transition in perovskite manganites	岡本敏史、石原純夫、前川禎通
[P 1-12]	On the origin of tiny Drude weight of manganite — Fermi liquid correction —	前橋英明、三宅和正
[P 1-13]	Physics of doped Mott insulators and doped Jahn-Teller insulators in manganites — What are different? —	中野博生、求 幸年、今田正俊
[P 1-14]	Magnetization process in electron systems with orbital and spin degrees of freedom	渡辺真仁
[P 1-15]	Exact spectral functions of the one dimensional t-J model	有川晃弘
[P 1-16]	Systematic study of magnetic interactions in insulating cuprates	水野義明、遠山貴己、前川禎通
[P 1-17]	Magnetic and orbital instabilities in $\text{Ca}_{2-x}\text{Sr}_x\text{RuO}_4$	中辻 知、前野悦輝
[P 1-18]	Carrier doping in the Mott insulator Ca_2RuO_4	深澤英人、前野悦輝
[P 1-19]	Superconducting properties of 3-K phase Sr_2RuO_4	矢口 宏、秋間 崇、前野悦輝
[P 1-20]	Search for the superconducting multiphases in Sr_2RuO_4	毛志 強、西崎修司、秋間 崇、前野悦輝

-
- [P I-21] Ga-NMR of $R_2\text{GaSbO}_7$ ($R=\text{Yb, Tb}$) with magnetically frustrated moments
小林義明、宮下 健、深町俊彦、佐藤正俊
- [P I-22] Electrical resistivity of BaCoS_2 in the high pressure metallic phase measured down to 0.25 K
安井幸夫、佐藤正俊
- [P I-23] Magnetic properties of linear chain oxide $\text{Sr}_3\text{NiIrO}_3$ with alternating spins $S=1/2$ and 1
浅野貴行、網代芳民
- [P I-25] Optical probe of charge dynamics and magnetic-field effect in layered manganites
 $\text{La}_{2-2x}\text{Sr}_{1+2x}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 戸部克弘、沖本洋一、石川忠彦、木村 剛、十倉好紀
- [P I-26] Directional ordering and collective fluctuation of orbital in colossal magnetoresistive manganites
斉藤英治、富岡泰秀、十倉好紀
- [P I-27] Specific heat of charge-ordered manganites in magnetic fields 朝光 敦、富岡泰秀、十倉好紀
- [P I-28] Magnetic and electrical properties in the Mn based spin frustrated artificial lattices studied by SPM/Laser MBE
田中秀和、川合知二
- [P I-29] Phase separation in bandwidth-controlled manganites
町田晃彦、守友 浩、森 茂夫、大山研司、中村新男
- [P I-30] Orbital state in the spin-ordered state of layered manganites
穂本卓巳、守友 浩、大山研司、岡本敏史、石原純夫、前川禎通、廣田和馬、中村新男
- [P I-31] Electronic structure of CrO_2 as investigated by optical spectroscopy
山本龍之介、守友 浩、中村新男
- [P I-32] P-x phase diagram of hole-doped spin ladder $\text{Sr}_{14-x}\text{Ca}_x\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$
本山直樹、内田慎一、竹下 直、毛利信男
- [P I-33] Collective excitation on the slightly hole-doped ladders of $\text{Sr}_{14-x}\text{Ca}_x\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ systems
北野晴久、井上亮太郎、前田京剛、本山直樹、永崎洋、内田慎一
- [P I-34] Magnetic and electronic excitations in $S=1/2$ two-leg spin ladder $\text{Sr}_{14-x-y}\text{Ca}_x\text{Y}_y\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$
水貝俊治、鈴木正宏
- [P I-35] Spin gap and hole pairing of $\text{Sr}_{14-x}\text{A}_x\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ ($\text{A}=\text{Ca, La}$) studied by the thermal conductivity
小池洋二、工藤一貴、野地 尚、牧 克彦、辻 成悟、熊谷健一
- [P I-36] Superconducting properties of the spin-ladder $\text{Sr}_2\text{Ca}_{12}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ under pressure
中西剛司、高橋博樹、竹下 直、毛利信男、本山直樹、永崎 洋、内田慎一、秋光 純
- [P I-37] Dynamics in the hole-doped spin-ladder system $(\text{Sr, La})_{14-x}\text{Ca}_x\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$
藤山茂樹、瀧川 仁、本山直樹、永崎 洋、内田慎一
- [P I-38] Possibility of spontaneous vortex phase in $\text{ErNi}_2\text{B}_2\text{C}$
川野はづき、竹屋浩幸、吉沢英樹、門脇和男
- [P I-39] Large magnetoresistance in single crystalline NdSrNiO_4
生田博志、森加 泰、野崎 洋、琵琶哲志、水谷宇一郎
-

[P 1-40] Spatially modulated magnetic order near the quantum critical point studied by μ SR
門野良典、幸田章宏、髭本 亘、大石一城、角田和之、秋光 純、石田憲二、北岡良雄、C. Geibel、
F. Steglich

[P 1-41] NMR study of charge ordering in α' - NaV_2O_5
大濱哲夫、澤 博、後藤 敦、清水 禎、磯部正彦、上田 寛

Nov. 16 (Tues.)

[P 2-1] Bicritical phenomena of antiferromagnetism and superconductivity in the κ -BEDT salts
村上修一、永長直人

[P 2-2] Generalized Kondo problem in resistance shunted Josephson junction — New type of strong correlation effects —
加藤岳生、今田正俊

[P 2-3] Pseudogap and superconducting fluctuations in high- T_c cuprates — Light and shade in a weak coupling theory —
小野田繁樹、今田正俊

[P 2-4] Electronic state and charge ordering in vanadium bronzes α' - NaV_2O_5 and β - AV_2O_5
太田幸則、西本 理

[P 2-5] Hartree-Fock theory on multiple spin density wave in CoO
獅子堂達也、城 健男

[P 2-6] Mott gap in quasi-one-dimensional electron systems: ε -expansion and DMRG
岸根順一郎、米満賢治

[P 2-7] Photoexcited state and nonlinear optical response in strongly correlated system
水野義明、筒井健二、遠山貴己、前川禎通

[P 2-8] Theory of resonant inelastic x-ray scattering in cuprates
筒井健二、近藤 浩、遠山貴己、前川禎通

[P 2-9] Charge stripes and electronic states in underdoped $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$
柴田康雅、遠山貴己、前川禎通

[P 2-10] Large single crystal growth of $\text{La}_{2-x}\text{Ba}_x\text{CuO}_4$, $(\text{La}, \text{Y})_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$, $\text{La}_{2-x}(\text{Sr}, \text{Ba})_x\text{CuO}_4$ ($x \sim 1/8$) with low temperature tetragonal phase
池田靖訓、藤田全基、山田和芳、鈴木栄男、千葉嘉一郎、深瀬哲郎

[P 2-11] Superconducting transition temperatures of $(\text{R}, \text{Pr})\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ and Bi 2212 systems — Does the T_c -suppression related with the 1/8 problem exist? —
安倍 誠、安井幸夫、佐藤正俊

[P 2-12] Nearly localized excitations in the 2 D spin-gap material $\text{SrCu}_2(\text{BO}_3)_2$
樹神克明、加藤益丈、瀧川 仁、陰山 洋、鬼塚賢三、上田 寛

[P 2-13] Response of the pseudogap to high magnetic fields in underdoped and overdoped high- T_c superconductors
鄭 国慶、尾崎弘幸、北岡良雄

[P 2-14] Lattice distortion of superconducting $(\text{Nd}, \text{Ce})_2\text{CuO}_4$
倉橋謙磁、池田靖訓、藤田全基、山田和芳

- [P 2-15] Anomalous characteristics of electronic density of states of Bi-2212 superconductor — van Hove singularity and pseudogap — 松田 梓、渡辺孝夫、杉田 敏、藤井武則
- [P 2-16] La-214 thin films under epitaxial strain 佐藤寿志、東田昭雄、内藤方夫、松田 梓
- [P 2-17] Quasiparticle excitation of $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ and $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ in the mixed state — Study by the ac impedance technique — 前田京剛、土屋良重、岩谷克也、北野晴久、花栗哲郎、西寄照和、小林典男、竹谷純一、安藤陽一
- [P 2-18] Metallic double CuO chains in Y 1248 and Pr 1248 堀井 滋、和久公則、高木英典
- [P 2-19] Transport and μSR studies on the $1/8$ problem in the La-, Bi- and Y-based cuprates 小池洋二、阿子島めぐみ、足立 匡、野地 尚、渡邊功雄、永嶺謙忠
- [P 2-20] Two dimensional spin gap system $\text{SrCu}_2(\text{BO}_3)_2$ 陰山 洋、鬼塚賢三、上田 寛
- [P 2-21] The overview and development of properties on transition metal microrcluster 河本充司、古川裕次、熊谷健一
- [P 2-22] High pressure behavior of V_2O_5 草場啓治、阿藤敏行、菊地昌枝
- [P 2-23] $S=1/2$ Heisenberg antiferromagnetic chains in the frustrated spinel lattice of GeCu_2O_4 山田高広、広井善二、高野幹夫
- [P 2-24] New quantum spin magnets : $S=1/2$ alternating chain system, high pressure form of $(\text{VO})_2\text{P}_2\text{O}_7$ and 2 D spin trimer compound $\text{La}_4\text{Cu}_3\text{MoO}_{12}$ 東 正樹、齋藤高志、高野幹夫
- [P 2-25] Low dimensional properties of transition-metal oxides with the tri-rutile type structure 加藤将樹、吉村一良、小菅皓二
- [P 2-26] Hole-assisted spin-Peierls transition in $\text{Li}_{1-x}\text{VO}_2$ ($x=0.16$) 山田安定
- [P 2-27] “Devil's staircase” type phase transitions in NaV_2O_5 under high pressure 大和田謙二、仲戸川博人、武末尚久、藤井保彦、若林裕助、中尾裕則、村上洋一、磯部正彦、上田 寛
- [P 2-28] Photoemission study of the metal-insulator transition in VO_2 岡崎浩三、小林研介、藤森 淳、小野田雅重
- [P 2-29] Impurity effect on the out-of-plane charge transport in high-Tc superconductors 増井孝彦、吉田宏二、田島節子
- [P 2-30] Cu NQR study of the impurity-doped Y 1248 伊藤 豊、町 敬人、渡辺宣朗、腰塚直己
- [P 2-31] Photoemission spectrum in Hg 1201 内山裕士、山本文子、胡 尉之、田島節子
- [P 2-32] Magnetism of spin ladder $\text{Sr}_{14}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ and its related compounds 熊谷健一、西河良平、辻 成悟
- [P 2-33] Resonant Raman scattering and photoinduced metastability in oxygen-deficient $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ 長田 実、垣花真人

- [P 2-34] Hole-doping dependence of the magnetic properties in the one-dimensional copper oxides
松田雅昌、伊藤利充、山口博隆、岡 邦彦、加倉井和久、白根 元、J.E. Lorenzo、L.P. Regnault
- [P 2-35] Superconductivity and magnetism in $(\text{Ho}, \text{Dy})\text{Ni}_2\text{B}_2\text{C}$ H. Doh、M. Sigrist、B.K. Cho、S.I. Lee
- [P 2-36] Metal-insulator transition in a geometrically frustrated system : $\text{R}_2\text{Mo}_2\text{O}_7$ 田口康二郎、十倉好紀
- [P 2-37] Quasi-one-dimensional Fermi surface in LSCO 山瀬博之、河野 浩
- [P 2-38] Effects of localized spins in two-dimensional organic conductors 堀田知佐
- [P 2-39] Fluctuation of order parameters and electromagnetic response in the gauge theory of high temperature superconductivity 熊谷敦也、林 正彦、海老澤丕道
- [P 2-40] Magnetic relaxation in itinerant ferromagnet CoS_2 本河光博、小山圭一、野尻浩之
- [P 2-41] High-resolution photoemission study on superconductors 辛 埴、横谷尚睦、木須孝幸

Nov. 17 (Wed.)

- [P 3-1] Spin injection and magnetoresistance in ferromagnet/superconductor/ferromagnet tunnel junctions
今村裕志、高橋三郎、前川禎通
- [P 3-2] Microscopic theory for the interplay between the Josephson plasma and the c-axis optical phonons in high- T_c cuprates 小山富男
- [P 3-3] Transport properties through quantum domain wall with a Goldstone mode 山中雅則、高麗 徹
- [P 3-4] Band structure of ferromagnetic CoS_2 薄田 学、浜田典昭
- [P 3-5] Numerical study on the model parameters in ladder compounds
本田 泰、横山寿敏、堀口 剛
- [P 3-6] Tunneling effect in cuprate 柏谷 聡、田仲由喜夫
- [P 3-7] Quasiparticle states near the impurity in t-J model
土浦宏紀、田仲由喜夫、小形正男、柏谷 聡
- [P 3-8] Theory of surface state in t-J model 田沼慶忠、田仲由喜夫、小形正男、柏谷 聡
- [P 3-9] Josephson effect in Luttinger liquids/unconventional superconductor junction
平井隆司、草部浩一、田仲由喜夫、柏谷 聡
- [P 3-10] AC Josephson effect in unconventional superconductor
吉田亘克、田仲由喜夫、柏谷 聡、井上順一郎
- [P 3-11] Tunneling effect in unconventional superconductor ferromagnet junction
吉田亘克、田仲由喜夫、柏谷 聡、井上順一郎
- [P 3-12] Incoherent metallic state in the double-exchange ferromagnet : transport and optical properties of $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ 竹中康司、澤木裕子、水貝俊治
- [P 3-13] Magnetic and crystal structure refinement using the high efficiency neutron powder diffractometer, HERMES 大山研司、東方 綾、小野寺秀也、山口泰男、守友 浩、廣田和馬

- [P 3-14] Phase diagram and two-dimensional charge-transport of $\text{Nd}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ crystals
桑原英樹、野田耕平、奥田哲治、梶本亮一、吉沢英樹、十倉好紀
- [P 3-15] c-axis superfluid response and quasiparticle damping of underdoped $\text{Bi} : 2212$ and $\text{Bi} : 2201$
松田祐司、M.B. Gaifullin、筑本知子、下山淳一、岸尾光二、吉崎亮造
- [P 3-16] Upper critical field and unusual transport properties of overdoped $\text{Tl} : 2201$
井澤公一、松田祐司、長谷川正、筑本知子、C.J. van der Beek、M. Konczykowski
- [P 3-17] Highly anisotropic microwave conductivity and penetration depth of $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ in the superconducting state
北野晴久、岩谷克也、木下健太郎、阿比留竜一、前田京剛
- [P 3-18] Charge and spin ordering in $\text{Nd}_{1/3}\text{Sr}_{2/3}\text{FeO}_3$
梶本亮一、大原泰明、久保田正人、吉沢英樹、朴成基、十倉好紀
- [P 3-19] Heavy mass Fermi liquid behavior of LiV_2O_4 spinel
近藤眞一郎、浦野千春、野原 実、高木英典
- [P 3-20] Coexistence of ferromagnetism and superconductivity in $\text{LnSr}_2\text{RuCu}_2\text{O}_8$?
方 明虎、吉村一良、加藤将樹、小菅皓二
- [P 3-21] The first-order phase transition between dimerized — antiferromagnetic and uniform — antiferromagnetic phases in impurity-doped CuGeO_3
益田隆嗣、内野倉國光
- [P 3-22] Magnetic anomalies in pressure-induced metallic state in V_2O_3 — Spin-orbital coupled liquid? —
水戸 毅、北岡良雄、吉村一良、小菅皓二
- [P 3-23] Creation of one-dimensional spin system ($S=1/2, 1$) by artificial lattices on (110) surface and their novel magnetic & electric properties
田畑 仁、村岡祐治、植田研二、川合知二
- [P 3-24] Spin ordering and superconductivity in $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ ($x \sim 1/8$)
深瀬哲郎、鈴木栄男、千葉嘉一郎、南 暢幸、後藤貴行、山田和芳
- [P 3-25] Low-temperature synthesis of (Ba, Sr, Ca)-Cu-O system from the hydroxometallate precursor
加藤雅恒、長井一郎、小池洋二
- [P 3-26] Transport properties of single-crystalline $\text{Nd}_{2-y}\text{Ce}_y\text{CuO}_{4-\delta}$ with $y=0.13 \sim 0.15$
菊川直樹、伊藤昌和、山根浩志、松本保吉、藤田敏三
- [P 3-27] Structural stability and physical properties of $(\text{Sr}, \text{Ba})_2\text{Cu}_3\text{O}_4(\text{Cl}, \text{Br})_2$ with the Cu_3O_4 plane
加藤雅恒、田名網孝昭、小池洋二
- [P 3-28] Spin correlation at the boundary between spin-glass and superconducting phases of LSCO
藤田全基、山田和芳、松田雅昌、脇本秀一、平賀晴弘、廣田和馬、遠藤康夫、白根 元
- [P 3-29] Structural phase transition of $\text{Nd}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_3$ in magnetic field
小林典男、淡路 智、渡辺和雄、藤原 学、渡辺洋介、西寄照和
- [P 3-30] Physical properties of pyrochlore molybdates near the FM-SG phase boundary
勝藤拓郎
- [P 3-31] Percolative phase separation in $(\text{La}, \text{Pr}, \text{Ca})\text{MnO}_3$ system
上原政智、K.H. Kim、森 茂生、C.H. Chen、S-W. Cheong

- [P 3-32] Short range charge order in bilayer manganite $\text{La}_{2-2x}\text{Sr}_{1+2x}\text{Mn}_2\text{O}_7$ ($0.30 < x < 0.50$)
久保田正人、吉沢英樹、清水浩一郎、藤岡弘文、廣田和馬、遠藤康夫、守友 浩
- [P 3-33] Carrier distribution and superconductivity in multilayer high- T_c cuprates probed by Cu-NMR
徳永 陽、小手川恒、石田憲二、鄭 國慶、北岡良雄、常盤和靖、伊豫 彰、伊原英雄
- [P 3-34] Spin-gap in overdoped high- T_c cuprates and quantum spin-ladder systems — NMR study under the high magnetic field — 後藤貴行、中島 理、田中秀数、清水 禎、後藤 敦、深瀬哲郎
- [P 3-35] Spin fluctuations in the underdoped LSCO
平賀晴弘、遠藤康夫、藤田全基、山田和芳、J. Kulda、A. Ivanov、Y.S. Lee、B. Keimer
- [P 3-36] Oxygen doping effect on spin correlations in La_2CoO_4
中島健次、澤田貴文、吉澤英樹、加倉井和久、遠藤康夫
- [P 3-37] The neutron critical scattering study on $(\text{Cu}_{1-x}\text{Mg}_x)\text{GeO}_3$ near phase boundary
西 正和、中尾裕則、藤井保彦、益田隆嗣、内野倉國光、白根 元
- [P 3-38] Magnetism and resistivity of ferromagnetic Mott-insulator $\text{Lu}_2\text{V}_2\text{O}_7$
社本真一、田澤洋志、小野泰弘、梶谷 剛
- [P 3-39] Neutron inelastic scattering study on a single crystal of $\text{Tb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ with strong magnetic frustration
金田昌基、安井幸夫、伊藤雅典、原科 浩、佐藤正俊、奥村 肇、加倉井和久
- [P 3-40] Tunneling spectra in Co/BSCCO tunnel junctions
石橋隆幸、佐藤勝昭
- [P 3-41] Pressure induced ferromagnetism of $\text{Sr}_3\text{Ru}_2\text{O}_7$
上床美也、小坂昌史、池田伸一、白川直樹、前野悦輝、D.M. Forsythe、S.R. Julian
- [P 3-42] Crystal growth and physical properties of delafossite-type metallic oxides with two-dimensional triangular-lattice layers
長谷川正、田中正幸、武居文彦

発表、討議された主要問題は

(1) 銅酸化高温超伝導体の異常物性と超伝導メカニズム：

特にスピングャップ、非磁性不純物効果、ストライプ構造、磁気構造と超伝導の関係などが主要テーマとして議論された。

(2) マンガン酸化物の巨大磁気抵抗とその周辺物性：

低温電気伝導の理論、層状化合物の磁気及び軌道構造の研究などが報告された。

(3) ルテニウム酸化物の p- 波超伝導：

超伝導のペアリング対称性、近接物質の金属-絶縁体転移、中性子散乱、NMR による磁気励起スペクトルの研究などが報告された。

(4) 梯子型銅酸化物

(5) 各種量子スピン系

などである。

3. 成果

本研究会で得られた新しい知見は以下の通りである。

(1) 高温超伝導:

STM トンネルスペクトロスコピーの新しい実験結果が報告され Zn 周辺の位相シフトや超伝導秩序パラメーターの様子が明らかにされた。低正孔濃度領域のスピンギャップ状態については比熱、帯磁率、輸送現象など異なる実験結果を用いて総合的な理解がほぼ達成された。又、“ストライプ状態”の $1/8$ 以外の組成における可能性について電荷ダイナミックスと中性子散乱の実験結果を用いて議論された。

(2) マンガン酸化物:

従来、あまりまじめに考えられていなかった軌道の自由度が巨大磁気抵抗を始めとする各種の物性に本質的に重要であることが実験、理論の両面から明らかになってきた。2 層構造を持つ 3-2-7 構造に関して磁気構造と磁気励起の実験が進みそれが軌道の自由度を考慮することで、理論的に再現できることが報告された。又、X 線共鳴散乱を用いた軌道秩序の直接観測も大きな進歩が見られた。

(3) ルテニウム酸化物:

Sr_2RuO_4 の超伝導状態におけるギャップの節の存在に関して比熱や NMR の緩和率のデータを用いて議論された。それに対する理論として各種の p-波ペアリングの対称性が理論的に提案された。

また時間反転対称性の微小ホール素子を用いた観測の試みも紹介されたが現時点ではまだ検出には至っていない。

(4) 梯子型酸化物:

超伝導を示す $\text{Sr}_{14-x}\text{Ca}_x\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ を中心に梯子型物質における磁気秩序、NMR、光スペクトル、非線形伝導などが報告された。

(5) 量子スピン系:

NaV_2O_5 , $\text{PbNi}_2\text{V}_2\text{O}_8$, $\text{Cu}_3\text{V}_2\text{O}_7(\text{OH})_{2.2}\text{H}_2\text{O}$, CuNb_2O_6 , $\text{La}_4\text{Cu}_3\text{MoO}_{12}$, CuNb_2O_6 など新しい量子スピン系が多数開拓され、その電荷秩序やダイナミックスが実験、理論の両面から明らかにされた。

4. まとめ

昨年度に続き遷移金属酸化物の研究会を行ったが、この年で非常に多くの進展があり、この系が新奇な量子現象の宝庫であることが明らかとなった。共鳴 X 線散乱などの実験技術の進歩が継続しており、理論的にも多くの系を統一的に理解しようとする機運が熟してきた。68 件の口頭講演、123 件のポスター発表という発表件数がこの分野の日本のアクティビティの高さを示している。又今回の研究会でも若い研究者の参入および成長が際立って見られた。

このような機会を与えて下さった東北大学金属材料研究所に深く感謝するとともに、ひき続きの御支援をお願い申し上げる次第です。

研究会報告 (5) :

21 世紀の環境と材料を考える

代表者 高橋 英明 (北海道大学大学院工学研究科教授)

1. はじめに

地球資源の節約、地球環境の保全および新エネルギー源の創成は 21 世紀に人類が直面する重要な課題のひとつとなっているが、環境保全・新エネルギー供給関連の新機能材料、種々の物質のリサイクルに伴う諸問題、各種廃棄物処理のための特殊な環境に耐える材料、ライフサイクルアセスメントにおいて鍵となる材料の寿命延伸・エコロジカル材料の腐食問題・既存の材料の保全の試み、高性能材料の追求に伴う諸問題など、環境とエネルギーに関連する材料研究は様々な観点から行われている。本研究会は、21 世紀における環境とエネルギーに関連して材料が直面すると思われる諸問題に関連した研究の現況を紹介し合い、理解を

深めると共に、今後の研究の方向に関して討議することを目的にしたものであり、高温酸化、二酸化炭素リサイクルのための触媒材料、金属スクラップのリサイクルにおける問題、関連する耐環境材料とその評価技術など多様な報告が行われた。

2. 研究会の経過

本研究会は平成 11 年 11 月 25 日 (木)、26 日 (金) の両日、本所 2 号館 1 階講堂において開催されたが、多数の講演と 80 名をこえる参加者による活発な質疑応答があり、盛会であった。プログラムは次の通りである。

11 月 25 日 (木)

TiAl 合金の耐酸化性に対する硫化処理と第 3 元素添加の効果 北大院工 泉 岳志 (院)、成田敏夫
 溶融 Na_2SO_4 中における塩基度の電気化学的制御と金属酸化物の溶解性 秋田大工学資源 原 基
 アモルファス Ni-Zr および Ni-Zr-Sm 合金触媒前駆体の酸化挙動

東北大金研 山崎倫昭 (院)、幅崎浩樹、川嶋朝日、浅見勝彦、東北工大 橋本功二
 スクラップ鋼材からのトランプ元素の湿式法による除去と回収

東工大院 水流 徹、片岡 敦、西方 篤
 バイポーラー電解槽を用いたアルミニウム電解精製における電解槽の作動特性

北大院工 上田幹人、近田昭一、佐々木健、大塚俊明
 次世代型超鉄鋼耐食材料の開発 金材技研 野田和彦、西村俊弥、山本正弘、宇野秀樹、小玉俊明
 耐食バルクアモルファス合金の作製

東北大金研 幅崎浩樹、佐藤武明、川嶋朝日、東北工大 橋本功二

銅の初期腐食挙動に及ぼす酸化物皮膜の影響

北大院工 伊藤 純(院)、佐々木健、大塚俊明

環境脆化マップ

阪大院工 柴田俊夫

オーステナイトステンレス鋼の粒界応力腐食割れ機構の一考察

大阪府大工 西村六郎

11月26日(金)

チタンの再不動態化電流に及ぼすアミノ酸とタンパク質の影響

金材技研 埴 隆夫、廣本祥子、神山佑子

微生物腐食の金属加工への応用

山口大工 熊田 誠、小渕茂寿

塩酸中における InP のカソード分解反応

北大院工 瀬尾眞浩、栗飯原光英、Achim Walter Hassel

めっき膜の構造および物性制御に関する新しい理論の提案

都立大院工 渡辺 徹

電位ノイズ法による応力腐食割れ発生予知

大阪府大工 井上博之 山川宏二

埋設管の腐食孔の分布調査

クボタ 片野幸雄、阪大基礎工 磯貝恭史

銀めっき銅線の腐食挙動

日立機械研 石川雄一、南谷林太郎

低合金鋼のさび層の状態とその防食性に関する一考察

姫路工大工 山下正人、室蘭工大工 三澤俊平

鉄さびの生成と構造に及ぼす合金元素の影響

神戸製鋼材研 中山武典、湯瀬文雄、大阪教育大 石川達雄

3. 成果

最近、エネルギー効率の一層の向上を目指した研究の一環として高温での過酷腐食性環境下での金属材料の耐食性が問題になっているが、最初に成田敏夫(北大院工)らは TiAl 合金の耐酸化性に対する硫化処理と第3元素添加の効果についての検討を行った結果を報告した。まず、硫化処理により表面に必要な元素を濃縮させる試みを行い、成功したことを報告し、さらに多数の添加元素について耐酸化性向上の効果について試験を行い、Ti-Al-Cr-W (Ta) 合金を新たに開発し、その優秀性について報告した。

また、原基(秋田大工学資源)は熔融 Na_2SO_4 中における塩基度の電気化学的制御と、 NiO 、 Cr_2O_3 および Al_2O_3 といった保護性皮膜構成金属酸化物の溶解性について検討し、酸化物の溶解量と塩基度が分極電位によって変化する結果を報告した。炭

酸ガスのリサイクルシステム実現との関連で CO_2 の水素化によるメタン生成反応を高効率で行わせるための触媒として、ジルコニア担持ニッケル触媒が注目されているが、山崎倫昭(東北大金研)らはアモルファス Ni-Zr および Ni-Zr-Sm 合金触媒前駆体の酸化挙動を調べ、触媒として有用な正方晶ジルコニア微細粒子の安定性について結晶粒径効果によって説明を試み、正方晶ジルコニアの安定化臨界結晶粒径を 12-13 nm と見積もった結果を報告した。

水流徹(東工大院)らはスクラップ鋼材からのトランプ元素の湿式法による除去と回収、特にアンモニア系溶液での銅の除去・回収と亜鉛の除去について電気化学的検討ならびに経済性の検討を行い、特に Cu に関しては溶解に使用した電流の対反応で Cu の電解採取ができれば電気代の問題は解決できるとの見通しを披露した。上田幹人(北

大院工)らはアルミニウムのリサイクルにおけるブレンディングの繰り返しに伴う再生地金のグレードダウン化による悪循環を阻止するための技術として電解精製法を検討し、バイポーラー電解槽を用いたアルミニウム電解精製における電解槽の作動特性について報告した。この電解系では純度 99.92~99.96% の電析アルミニウムが得られ、三層式電解法に比較して、約 1/3 のエネルギー消費ですませることができることを示した。

野田和彦(金材技研)は次世代型超鉄鋼耐食材料の開発に関し、特に海洋・海浜における耐環境性の高い低合金鋼の開発との関連で、高窒素ステンレス鋼の作製と低合金耐候性鋼のさび層のイオン選択透過性について調べ、報告した。高窒素ステンレス鋼としては均一な 1% N 含有ステンレス鋼創製に成功し、著しい耐局部腐食性向上に成功したこと、また各種鋼材表面に生じるさびのイオン選択透過性については、微量の合金元素によりイオン選択透過性が大きく変化し、添加元素によるイオン選択透過性変化と外界からの塩化物イオン侵入阻止効果との関連を議論した。幅崎浩樹(東北大金研)らは最近開発した耐食バルクアモルファス合金の濃塩酸中における超高耐食挙動について報告した。伊藤純(北大院工)らは銅の初期腐食挙動に及ぼす酸化物皮膜の影響について、IR-RAS により調べ、初期酸化物の防食効果は皮膜の厚さのみならず、結晶性が高いことが重要であるとの結果を報告した。

柴田俊夫(阪大院工)は TiAl の脆化条件を実験的に調べ、電位-pH ダイアグラム上に TiAl 環境脆化マップをプロットし、脆化領域が Ti の不動態と密接に関連していることを明らかにし、報告した。西村二郎(大阪府大工)はオーステナイトステンレス鋼の粒界応力腐食割れ機構に関し、鋭敏化オーステナイトステンレス鋼の粒界応力腐食割れ

について考察し、その機構を定性的に説明するモデルを提案した。

塙隆夫(金材技研)らはチタンの再不働態化電流に及ぼすアミノ酸とタンパク質の影響を調べるため、これらを含む溶液中で瞬間的に破壊することで生成した Ti の新生面露出から皮膜再生まで電流値変化を 20 μ s 間隔で測定し、皮膜再生までに溶出する金属イオン量の算出を行い、アミノ酸は溶出を加速するが、蛋白質は抑制する効果があるとの結果を得た。これらの結果をもとに、アミノ酸は溶出イオンと結合し皮膜再生を妨げるが、蛋白質は新生面に吸着し、見かけ上、皮膜再生を促進するためと結論づけた。熊田誠(山口大工)らは鉄酸化細菌であるチオバチルス・フェロオキシダンスを用いた金属銅および金属鉄の微細加工を試み、細菌の培養液の最適 pH を決定すると共に、加工機構についても考察し報告した。

瀬尾眞浩(北大院工)は塩酸中における InP のカソード分解反応に関する検討を行い、InP は塩酸溶液中で、ある電位より卑にカソード分極すると、水素発生反応と平行して、InP のカソード分解反応が生じること、n 型 InP では p 型 InP より全カソード反応に対するカソード分解反応の割合が大きいことなどの結果を報告した。

渡辺徹(都立大院工)は 30 年にわたる各種めっきの透過電子顕微鏡観察からめっき膜の構造および物性制御に関する新しい理論の提案を行い、めっき膜は高温状態からの急冷固体に似た構造を示し、各種半金属元素の混入は不純物ではなく合金元素としてとらえるべきことなど、従来の過電圧によって制御されるとする考え方に疑問を呈した。

井上博之(大阪府大工)らは応力腐食割れのき裂発生を予知できるモニタリング法の開発の一環として、電気化学的ノイズ法の一つである電位ノ

イズ法による応力腐食割れ発生予知を検討し、電位ノイズ法の利点、予知方法の実際、電位ノイズからの局部アノード電流の推定方法、実験室実験と現場への応用における際の問題点などを報告した。片野幸雄（クボタ）らは埋設管の腐食孔の分布調査を行い、その結果を統計的に解析し、腐食深さを確率変数として log-normal、Weibull、 γ -Gamma、対数、および Gamma の 5 種類の分布に当てはめ整理し、71% が log-normal、20% が Weibull、残りが一般化 Gamma に従うこと、さらに埋設期間が 10 年程度では Weibull 分布を示すが、数十年経過すれば log-normal 分布に従うようになることを報告した。

石川雄一（日立機械研）らは電子部品に多用されている銀めっき銅線の腐食挙動を調べ、リード部やコネクタ部における機密性の低さから生じる腐食事例と対策について報告した。また、山下正人（姫路工大工）らは低合金鋼のさび層の状態とその防食性に関し、特に γ -FeOOH から Cr 置換微細ゲーサイトへの変化における中間段階における非晶質さびの役割について考察し、この X 線的非晶質物質は Cr 置換超微細ゲーサイトであると考えたとさび相の遷移を統一的に解釈できるという結果を報告した。中山武典（神戸製鋼材研）らは鉄さびの生成と構造に及ぼす合金元素の影響を特

に β -FeOOH の存在割合で統一的に説明できることを示し、Ti 添加耐候性鋼における Ti の著しい効果を説明した。

4. まとめ

本研究会は「21 世紀の環境と材料を考える」というテーマであったが、21 世紀は遠い将来のことではなく、まさに明日の現実的問題であるとの認識の下に、参加者が当面取り組んでいる種々の材料のリサイクル、既存の材料の寿命延伸、過酷環境下での腐食など、環境保全や新エネルギーに関連した研究の現況紹介と今後の研究の方向に関する討議が、活発に展開された。本研究会でのテーマは非常に広い範囲にわたる研究が関わっており、最近の細分化された単一の学会等ではとても議論し尽くせない問題を、本研究会でまとめて議論できた意義は大きい。環境問題およびエネルギー問題を解決するためには、広範囲の専門分野の研究者間の密接な協力が今後ますます必要になって来ているが、その意味で、本研究会の果たした役割は大きい。最後に本研究会の意義と重要性を考えると今後もこの種の研究会を継続して開催すべきことが多数の参加者から強く要望されたことを記してまとめとする。

文責 浅見勝彦（東北大金研）

研究会報告 (6) :

高温超伝導体における渦糸状態

代表者 前田 京剛 (東京大学大学院総合文化研究科教授)

1. はじめに

高温超伝導体の渦糸状態は、従来の超伝導体とは異なって多彩な相転移を示すことが解ってきた。これは、渦糸の持つ熱エネルギー、渦糸間相互作用エネルギー、ピン止めエネルギーなどの渦糸状態を規定するエネルギーがほぼ同じ大きさを持つために、磁場や温度などの環境パラメーターの変化によって容易に影響を受けるためである。一方、最近、渦糸のスタティックな構造に関する問題ばかりでなく、渦糸内部の電子状態や渦糸のダイナミクスに関する問題が興味を持たれている。電子状態は高温超伝導のメカニズムに直接関連する問題であり、またそのダイナミクスは電荷密度

波やスピン密度波のダイナミクスとも関連し、広い意味での量子凝縮相に共通する問題である。

本研究会の目的は、このような高温超伝導体の渦糸状態に関する我が国の最先端の研究の現状を互いに認識し、今後の研究の発展を促すことである。

2. 研究会報告

本研究会は、1999年12月13日～15日の3日間、金属材料研究所2号館講堂において開催され、64名(所外47名、所内17名)の参加者のもとに41件の講演と討論が行われた。プログラムは以下の通りである。

12月13日(月)

(I) <渦糸の微視的構造と電子状態I>

オーバードープ $Tl-2201$ における抵抗転移とフラックスフロー抵抗
 クリーンリミット超伝導体 YNi_2B_2C における準粒子励起
 $Bi_2Sr_2CaCu_2O_y$ における高周波応答と熱伝導度の測定
 $YBa_2Cu_3O_y$ 単結晶の混合状態における高周波電磁応答
 酸化物超伝導体の混合状態における面内異方性
 渦糸は電荷を持つか? ; 核四重極共鳴とホール効果

座長 前田京剛 (東大院総文)

東大物性研 井澤公一

東大物性研 柴田明徳

東大院総文 岩谷克也

東大院総文 土屋良重

北陸先端大 岩崎秀夫

東大物性研 松田祐司

(II) <渦糸の微視的構造と電子状態II>

t-J モデルにおける磁束電荷のドーピング依存性
 超伝導磁束状態と反強磁性の競合と相転移
 スペクトラル・フローと超伝導体中の渦糸のダイナミクス

座長 小山富男 (東北大金研)

東大院総文 小形正男

金材技研 胡 曉

東北大院情報 林 正彦

渦糸まわりの準粒子状態の核磁気緩和率への寄与	岡山大理	滝川光明
複数の秩序変数を持つ超伝導体の渦糸構造 — $U\text{Pt}_3$ と Sr_2RuO_4 を中心として	北大理	北 孝文
二成分 GL Model の渦糸液体-渦糸固体転移	京大院理	磯谷 清

12月14日(火)

(Ⅲ) <渦糸のダイナミクス>	座長	為ヶ井強 (東大院工)
W/Si 単層膜および多層膜におけるボルテックスダイナミクスのサイズ効果	東北大極低セ	野島 勉
伝導ノイズ測定による Washboard 変調動的磁束の再秩序化	東大院総文	戸川欣彦
$\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_x$ の混合状態における非局所的電気伝導	超電導工研	中尾公一
磁気緩和と空間分布を考慮した Bi-2212 の磁束相図	電総研	山口裕二

(Ⅳ) <渦糸相図 I>	座長	石田武和 (大阪府大工)
$\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+y}$ における磁束相転移の試料サイズ依存性	東大院工	為ヶ井強
傾斜磁場下における $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+y}$ の磁束状態	東大院工	徳永将史
磁束液体状態とピン止め効果	筑波大物質工	木村和広
層間位相差のスケーリングに基づいた高温超伝導磁束格子融解の統一的理解	金材技研	野々村禎彦
磁気トルク法による $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ の磁束格子融解の測定	東北大金研	柴田憲治

(Ⅴ) <渦糸相図 II>	座長	花栗哲郎 (東大院新領域)
ブラッグガラス、渦糸ガラス、渦糸液体における位相コヒーレンス	東大物性研	松田祐司
ボルテックス相の安定性	阪大院理	川村 光
60 K 相 YBCO のガラス転移	北陸先端大	内藤智之
$\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ の磁束格子融解	大阪府大工	石田武和
$\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ の渦糸相転移と臨界点	東北大金研	西嶋照和
Bi-2212 単結晶の磁束線デピンニングの精密磁化測定	金材技研	平田和人

(Ⅵ) <渦糸相図 III>	座長	門脇和男 (筑波大物質工)
点欠陥でピン止めされた磁束格子の相変化: コンピューター・シミュレーション	日立基礎研	菅野量子
点欠陥を含む高温超伝導磁束系の相図	金材技研	野々村禎彦
スプレーガラス転移での応答量の臨界的挙動	京大院理	池田隆介
磁気特性評価からみた柱状欠陥をもつ超伝導体における磁束状態:		
ピーク効果と Bose Glass 転移線	超電導工研	筑本知子
Bi(Pb)2212 の電磁氣的異方性とコラムナ欠陥の磁束ピンニング	東大院工	中山有理
面上欠陥をもつ $\text{Bi}_{2.2-x}\text{Pb}_x\text{Sr}_{1.8}\text{Cu}_2\text{O}_{8+y}$ における磁束状態	東大院工	伊高健治

12月15日(水)

(VII) <ジョセフソン渦糸>

Josephson Vortex States

パンケーキからジョセフソン磁束への過程にどんな物理があるか

高温超伝導 ab 面に平行な磁場に誘起されたジョセフソン磁束系の相転移

 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+y}$ における磁束系の相転移と固有ジョセフソン特性

NMR によるボルテックス・ロックイン状態の観測

座長 立木 昌 (金材技研)

京大院理 池田隆介

筑波大物質工 門脇和男

金材技研 胡 暁

金材技研 大井修一

東大院工 鹿野田一司

(VIII) <ジョセフソンプラズマ>

ジョセフソン磁束とジョセフソンプラズマ共鳴

ジョセフソン・プラズマにおける古典的非線形効果 (巨視的量子効果)

高温超伝導体の量子電荷ダイナミクスとジョセフソンプラズマ

座長 松田祐司 (東大物性研)

筑波大物質工 掛谷一弘

原研 町田昌彦

東北大金研 小山富男

3. 内容

1 日目は午後から始まり、渦糸状態における準粒子がいかなる性質を持ち、どのように記述することができるかについて、実験と理論の両面から議論された。前半では、過剰ドーピング領域にある TI 系酸化物の抵抗転移における異常の原因 (井澤) や、Bi 系、Y 系における準粒子の電子状態が高周波表面インピーダンス (岩谷、土屋) や核四重極共鳴 (松田) の実験によって調べられ、スタティックな相変化との関連や渦糸内部の反強磁性相関の可能性が議論された。一方、クリーンな s 波超伝導体の典型として $\text{YNi}_2\text{B}_2\text{C}$ のフラックスフロー抵抗と比熱が測定され、準粒子のコア外へのしみ出しの可能性が指摘された (柴田)。さらに、 $\text{Nd}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_4$ と $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ の磁場を伝導面に平行にかけた場合の抵抗の異方性が調べられ、d 波超伝導体の特徴的な 4 回対称性が観測され、特に 60 K 相 YBCO で顕著であることが報告された (岩崎)。

後半には、渦糸コア内部の電子状態が t - J モデル (小形) や $\text{SO}(5)$ 理論 (胡) に基づいて考察され、それぞれコア内部の電荷密度のドーピング依

存性や超伝導、反強磁性相、正常相間の相転移が議論された。また、コア内部の電子状態が与える影響について、渦糸のダイナミクス (林) や NMR (滝川) などの具体的な物理現象に関して調べられ、実験への提言がなされた。複数の秩序変数を持つ場合の渦糸構造が考察され、 UPt_3 、 Sr_2RuO_4 、銅酸化物の場合について議論された (北、磯谷)。

2 日目午前前半は、渦糸のダイナミクスに関するセッションで、 W/Si 単層膜・多層膜の渦糸運動の形態が膜総数に依存すること (野島)、BSCCO の伝導度ノイズに渦糸のコヒーレント運動によると考えられる Washboard 変調が観測されたこと (戸川)、BSCCO 単結晶において多電極測定が行われ、非局所的電気伝導の定量的解析が試みられたこと (中尾)、酸素濃度の異なる BSCCO の磁化緩和から第 2 ピークが相転移線と考えられることなどが報告された。午前後半のセッションでは、渦糸相図 I として、まず、BSCCO に関して融解転移やピーク効果における試料サイズ依存性 (為ヶ井) と傾斜磁場の効果 (徳永) が、また BSCCO 系の渦糸相図における柱状欠陥の効果が欠陥量を変えて (木村)

調べられた。さらに、3次元 frustrated XY model に基づいて相関位相差が計算され、磁束格子融解温度での位相差の飛びが異方性の広い範囲にわたってスケールされることが示された(野々村)。最後にトルク法によって、ハイブリッドマグネットを利用した強磁場で磁束格子融解にともなう磁化の飛びを観測するテクニックが紹介された(柴田)。

午後は、すべて磁束相図に関するセッションである。マイクロ波の連続スイープによって相境界におけるジョセフソンプラズマ共鳴が測定され、ブラッグガラスの相境界では、共鳴周波数がジャンプすること(松田)、点欠陥を持つ場合のボルテックスガラス相の熱力学的安定性がレビューされ、またシミュレーションの結果として不安定な相として存在すること(川村)が報告された。また、60 K 相 YBCO のボルテックスガラス融解相転移(内藤)及び Y 系 124 における磁束格子融解(石田)の性質、酸素濃度の異なった YBCO の相図の変化に関する詳細な実験結果(西寄)、Bi 2212 単結晶のデピンングライン近傍における磁化の精密測定の結果(平田)が報告された。

午後後半のセッションでは、種々の格子欠陥が渦糸相図に及ぼす影響が理論・実験の両サイドから議論された。まず、点欠陥の効果がモンテカルロシミュレーションによって調べられ、磁場誘起型のブラッグガラスーボルテックスガラス転移、ブラッグガラスー液体転移、デピンング転移の存在が確認され、それらの転移の次数も議論された(菅野、野々村)。また、スプレー状の柱状欠陥を持つ場合のガラスー液体転移の臨界点近傍の振る舞いも考察された(池田)。さらに Bi 2212 に関して実験から欠陥による磁束ピンニングの効果が、特に異方性の強さとピンニングメカニズムとの関係(中山)、柱状欠陥や面状欠陥と磁場の方向との関

係(伊高、筑本)が議論されている。

最終日は午前のみで、前半の I 部では、伝導面と磁場が平行な場合の磁束系の構造と相転移が G-L 理論とモンテカルロシミュレーションに基づいて議論された(池田、胡)。また、実験からは、Bi 2212 に関して磁場を伝導面に垂直な方向から平行な場合に変えていった際に磁束相がどのように変化するか(門脇)、メサ構造をもった Bi 2212 における磁束状態でのジョセフソン特性、有機化合物の磁束状態に関する NMR による研究(鹿野田)が紹介された。後半のセッションでは、固有ジョセフソン接合構造におけるジョセフソンプラズマ共鳴が議論され、ジョセフソン磁束配置におけるジョセフソンプラズマ共鳴モードが調べられた(掛谷)。また、ジョセフソンプラズマモードを古典論の範囲で扱える場合に対して電荷のダイナミクスが理論的に考察された(町田、小山)。

4. まとめ

高温超伝導体を中心とした「強相関」系超伝導体の磁束状態を研究しているわが国の第一線の研究者が集まって研究成果の報告と議論が行われた。今回参加することのできなかった渦糸の直接観察に関する領域を除いて、本研究会は、わが国の磁束状態の研究をほぼ網羅している。計測技術の発展、結晶作製技術の進歩による良質な試料の作製、さらにキャリアやピンニングセンターが人工的に制御されるようになって、この領域の研究はここ 2~3 年の間に急速に進歩した。平衡状態の渦糸相図に関してはかなり理解が進み、研究の方向はダイナミクス、渦糸内部の準粒子の電子状態等の分野に移っている。これらの問題は、高温超伝導の理解に今までにない切り口を与えるもので、新たな展開が期待される。(文責: 小林典男)

ワークショップ報告 (1) :

次世代機能素子用基盤としての単結晶の育成と評価 (そのII)

結晶材料化学研究部門教授 福田 承生

1. はじめに

21世紀の情報化社会を支えるのは、移動体通信用の新圧電結晶、次世代通信・光情報処理から医学応用までのレーザー結晶などの酸化物、フッ化物、複合化合物を中心とする新しい単結晶である。しかし、これらの新単結晶材料開発は半導体のそれに対し未熟な段階にあり、要求目標との技術格差が著しい。

現在、日本学術振興会第161委員会「結晶成長の科学と技術」の未来開拓学術研究推進事業研究プロジェクト「次世代機能素子用基盤としての単結晶の育成と評価」(プロジェクトリーダー: 福田承生) が平成9年度から5ヶ年計画で金属材料研究所を研究拠点とし、上記テーマで行われている。このプロジェクトに関連したテーマについて多数の共同研究が提案されており、本ワークショップは、上記テーマの関連研究者が集い、総合的観点から討論することで研究をより効率的に推進することを目的として計画されており、同テーマで行われるワークショップは昨年に続き2回目となる。

昨年と同様、第一日目にはプロジェクトの成果発表を関連研究発表と共に行った。第二日目には詳細な成果内容としてポスター発表も用意し、容易に研究の進行状況を共有できるようにした。同時に、招待者によるプロジェクトへの新しい提言をお願いし、関連研究者により活発なご討論をいただいた。

2. ワークショップ報告

本年のワークショップは平成11年8月19日(木)、20日(金)の両日にわたって金属材料研究所2号館1階講堂および会議室において開催された。大学および国立研究所機関から62名、企業から33名、計95名の参加のもとに別記のプログラムに基づいた講演と討論が行われた。

3. 研究成果

佐々木の希土類・カルシウム・オキシボレート系結晶の育成と評価ではSHG結晶の設計方法に指針を与えた。島村の作製したフッ化物単結晶は紫外域光学への応用が有効であることが示された。小川は非線形光学結晶を光散乱法により評価し、同方法が欠陥検出に有効であることを示した。小玉は新しい紫外蛍光材料となるフッ化物結晶を育成し、結晶中の Ce^{3+} の光学特性を報告した。KoはMBE法によって半導体上に成長させたフッ化物層をAFMによって詳細に観察した。横谷はエキシマレーザーアブレーションを用いて、SiCおよびTi: Al_2O_3 薄膜の作成に成功した。吉川は μ -PD法によって高融点酸化物のファイバー単結晶の作製を試み、これまで得られていない単結晶の作製に成功した。勝亦は熱刺激発光スペクトルによる蓄光型蛍光体のトラップ評価の報告をした。川添は計算機シミュレーションによる計算結果を動画で示しつつ、材料設計の将来について展望した。

浅井は全固体アイセイフレーザーの高効率化と

その応用としての衛星搭載ライダーについてその概念と開発意義について論じ、平野は化学溶液法による強誘電体薄膜の作製について報告した。伊藤は電界印加法による LiNbO_3 、 LiTaO_3 結晶のドメイン超格子作製プロセスの開発と、その応用として光パラメトリック発振デバイスの特性解明を行った。瀬川は ZnO 薄膜の励起子発振についての報告を行い、Wang は光リソグラフィー用の新材料についての紹介を行った。

アメリカ、ロシア、フランス、ドイツ、ブラジル、スペイン、韓国、中国、台湾からも参加者があり、活発な議論が行われた。

4. まとめ

昨年に引き続き、「次世代機能素子用基盤としての単結晶の育成と評価」と題したテーマのもとで、いかにして寿命・再現性の点でも優れている高品質の単結晶あるいは薄膜を作製するかという重要な議題に対して研究結果の報告と議論が行われた。代表者としては、このワークショップの場が我が国だけでなく世界の学术界・産業界に向けての情報発信地となることを望んでやまない。

5. 発表（投稿）論文

“Preparation of Ti-less Aliovalent Substituted Isomorphs of KTiOPO_4 ”, V.I. Chani, K. Shimamura, S. Endo and T. Fukuda, J. Mater. Res. 14 (1999) 1-6.

“Growth of $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ Eutectic Fiber by Micro-Pulling-Down Method and Its High-Temperature Strength and Thermal Stability”, A. Yoshikawa, B.M. Epelbaum, T. Fukuda, K. Suzuki and Y. Waku, Jpn. J. Appl. Phys. 38 (1999) L 55-L 58.

“Flux Growth of KNbO_3 Crystals by Pulling-Down Method”, V.I. Chani, K. Shimamura and T. Fukuda, Cryst. Res. Technol. 34 (1999) 519-525.

“Growth and Characterization of Ce-doped LiCaAlF_6 Single Crystals”, K. Shimamura, Na Mujilatu, K. Nakano, S.L. Baldochi, Z. Liu, H. Ohtake, N. Sarukura and T. Fukuda, J. Cryst. Growth 197 (1999) 896-900.

“Growth of CaF_2 : R^{3+} ($\text{R}=\text{Nd}, \text{Er}$) Layers by Molecular Beam Epitaxy”, J.M. Ko, Y. Chen and T. Fukuda, J. Korean Assoc. Cryst. Growth 9 (1999) 1-5.

“Growth of New Langasite Single Crystals for Piezoelectric Applications”, T. Fukuda, H. Takeda, K. Shimamura, H. Kawanaka, M. Kumatoriya, S. Murakami, J. Sato and M. Sato, Proceedings of the 11th IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics (1999) 315-319.

“Growth of $\text{Ca}_3\text{La}_2(\text{PO}_4)_6\text{O}_2$ Single Crystals as Substrates for GaN Epitaxial Growth”, A. Yoshikawa, V.V. Kochurikhin, N. Futagawa, K. Shimamura and T. Fukuda, J. Cryst. Growth 204 (1999) 302-306.

“Molecular Beam Epitaxy of $\text{Ca}_{1-x}\text{R}_x\text{F}_{2+x}$ ($\text{R}=\text{Nd}, \text{Er}$) Layers: Study of RHEED Pattern and Lattice Mismatch”, J.M. Ko and T. Fukuda, J. Cryst. Growth 200 (1999) 490-497.

“Microstructures in Oxide Eutectic Fibers Grown by a Modified Micro-Pulling-Down Method”, A. Yoshikawa, B.M. Epelbaum, K. Hasegawa, S.D. Durbin and T. Fukuda, J. Cryst. Growth 205 (1999) 305-316.

“Growth of $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$: Nd Fiber Crystals by Micro-Pulling-Down Technique”, V.I. Chani, A. Yoshikawa, Y. Kuwano, K. Hasegawa and T. Fukuda, J. Cryst. Growth 204 (1999) 155-162.

“XPS and Magnetic Measurements for Perovskite-type HoRh_3B ”, T. Shishido, M. Oku, T. Sasaki, H. Iwasaki, H. Kishi, H. Horiuchi and T. Fukuda, J. Alloys Compd. 283 (1999) 91-94.

"Molten Metal Flux Growth and Characterizations of a New Compound $\text{PrRh}_{4.8}\text{B}_2$ Single Crystals", T. Shishido, I. Higashi, H. Yamauchi, S. Okada, K. Kudou, M. Oku, H. Horiuchi and T. Fukuda, J. Alloys Compd. 283 (1999) 133-138.

"Liquid Phase Epitaxy of Films with Langasite Structure", V.I. Chani, H. Takeda and T. Fukuda, Mat. Sci. Eng. B 60 (1999) 212-216.

"Crystal Growth of Oxide and Fluoride Materials for Optical, Piezoelectric and Other Applications", T. Fukuda, K. Shimamura, V.V. Kochurikhin, V.I. Chani, B.M. Epelbaum, S.L. Baldochi, H. Takeda and A. Yoshikawa, J. Mater. Sci. Mater. Electron. 10 (1999) 1-

10.

"Body-centered-cubic Lattice Model with Many-body Interactions Representing the Melting Transition in Si", R. Sahara, H. Mizuseki, K. Ohno, S. Uda, T. Fukuda and Y. Kawazoe, J. Chem. Phys. 110 (1999) 9608-9617.

"Microstructure and High Temperature Mechanical Properties of Sapphire/R-Al-O ($R=Y, \text{Gd}, \text{Er}, \text{Ho}, \text{Dy}$) Eutectic Fiber Grown by Micro-Pulling Down Method", K. Hasegawa, A. Yoshikawa, S.D. Durbin, B. M. Epelbaum, T. Fukuda and Y. Waku, J. Korean Assoc. Cryst. Growth 9 (1999) 432-436.

ワークショッププログラム

主 催：東北大学金属材料研究所

日 時：1999年8月19日(木)、20日(金)

場 所：東北大学金属材料研究所 講堂・会議室

テーマ：次世代機能素子用基盤としての単結晶の育成と評価(そのII)

第1日目：8月19日(木)「次世代機能素子用基盤としての単結晶の育成と評価(そのII)」

13:00-13:10 開会の挨拶

東北大 金研 福田承生

座長 小平 紘平(北海道大学)

13:10-13:30 希土類・カルシウム・オキシボレート系結晶の育成と評価 大阪大 工 佐々木孝友

13:30-13:50 紫外域光学応用フッ化物単結晶の作製 東北大 金研 島村清史

座長 猿倉 信彦(分子科学研究所)

13:50-14:10 光散乱法による非線形光学結晶の評価 学習院大 理 小川智哉

14:10-14:30 新紫外フッ化物蛍光材料、 $\text{Ce}^{3+}:\text{BaMgF}_4$ 秋田大 工学資源 小玉展宏

14:30-14:50 Growth of uoride layer on semiconductor by MBE 東北大 金研 J.M. Ko

14:50-15:20 休憩

座長 中嶋 一雄(東北大学)

15:20-15:40 パルスレーザーアブレーションを用いた光機能的薄膜の作成 宮崎大 工 横谷篤至
15:40-16:00 μ -PD 法による高融点酸化物ファイバー単結晶の作製 東北大 金研 吉川 彰

座長 宮沢 靖人（無機材質研究所）

16:00-16:20 蓄光型蛍光体の単結晶育成と評価 東洋大 工 勝亦 徹
16:20-16:40 計算機シミュレーションによる新材料の設計 東北大 金研 川添良幸
16:40-18:00 自由討論
18:00-20:00 懇親会

第2日目：8月20日（金）「次世代機能素子用新結晶創成への提言（そのII）」

座長 宮澤 信太郎（ウシオ電機）

9:30-10:00 全固体化アイセイフレーザの高効率化とスペースライダーへの応用
東北工大、宇宙開発事業団 浅井和弘
10:00-10:30 化学溶液法による強誘電体薄膜の作製 名大 工 平野眞一

座長 皆方 誠（静岡大学）

10:30-11:00 誘電体ドメイン超格子を用いた非線型光学デバイスの研究
東北大 通研 伊藤弘昌、谷内哲夫
11:00-11:30 ZnO 薄膜の励起子レーザー発振 理化学研究所 瀬川勇三郎

座長 佐々木 孝友（大阪大学）

11:30-12:30 New optical materials for optical lithography Carl Zeiss Hexin Wang
12:30-13:30 昼休み

※ポスター発表（会議室） 9:00-15:00

日本学術振興会第161委員会未来開拓プロジェクト「次世代機能素子用基盤としての単結晶の育成と評価」と東北大学学際科学研究センタープロジェクト「変調構造フォトニクスマテリアル研究」の成果発表

15:00- 閉会の挨拶 東北大 金研 福田承生

※ポスター発表

マイクロ引き下げ法による新規共晶体ファイバーの作製とその高温特性 東北大・金研 長谷川健治
マイクロ引き下げ法による変調構造フォトニクスマテリアルの開発 東北大・金研 吉川 彰、福田承生

- Ect of Yb and Gd addition on the crystal growth and stability of Tetragonal Potassium Tungsten Bronze (TPTB) -type structure $\text{Ba}_2\text{NaNb}_5\text{O}_{15}$ IMR, Tohoku Univ. K. Lebbou
- Growth of uoride layer on semiconductor by MBE IMR, Tohoku Univ. J.M. Ko
- Crystal growth of $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ - a new transparent conducting oxide IMR, Tohoku Univ. Y. Tomm
- コルキライト型フッ化物単結晶 LiAEAlF_6 (AE=Ca, Sr) の作成と評価
東北大・金研 NaMujilatu、島村清史
- シーライト型フッ化物単結晶 RELiF_4 (RE=Y, Lu) の作成
東北大・金研 中野憲司
- 水熱合成法による ZnO の合成及び性質
東北大・金研、東北大・クリスタル・サイエンス・コア*、秋田高専** 関口隆史、宮下 哲、小原和夫*、宍戸統悦*、坂上 登**、福田承生*
- Three dimensional oscillatory thermocapillary convection in liquid bridges
IMR, Tohoku Univ. Z. Zeng, H. Mizuseki, K. Ichinoseki, K. Higashino and Y. Kawazoe
- 可視～紫外領域の半導体変調構造フォトニクスマテリアルの研究
東北大・金研 八百隆文
- 半磁性半導体の磁気クラスターに関する研究
東北大・工 梶谷 剛
- ナノ構造希薄磁性半導体の磁気光学特性
東北大・科研 岡 泰夫
- ポテンシャル繰り込み理論の開発およびこれを用いた格子モデルによる相転移の研究
東北大・金研 佐原亮二、水関博志、M. Sluiter、大野かおる、川添良幸
- II-VI 族半導体量子点の光ルミネッセンスと光伝導
東北大・理 後藤武生
- 紫外大出力波長可変レーザーの開発
分子研 大竹秀幸、猿倉信彦
- Crystal growth and optical properties of new UV phosphor, $\text{Ce}^{3+}:\text{BaMgF}_4$ 秋田大・工学資源 小玉展宏
- フッ化物結晶 LiBaF_3 , BaMgF_4 中の Ce^{3+} の光学特性
岐阜大・工 山家光男
- 希土類・カルシウム・オキシボレート結晶における光損傷とその改善方法
阪大院・工 Yongfeng Ruan、古屋博之、吉村政志、森 勇介、佐々木孝友
- 光散乱法による BBO の評価
学習院大・理 津留俊英、小川智哉
- 熱刺激発光スペクトルによる蓄光型蛍光体のトラップ評価
東洋大・工 勝亦 徹、酒井理恵子、小室修二、森川滝太郎
- 極短パルスレーザーアブレーションによる光機能性材料薄膜の作製
宮崎大・工 横谷篤至

ワークショップ報告 (2) :

中性子回折による化合物磁性体の構造の研究

—— 高能率中性子粉末回折装置 HERMES を用いた研究 ——

放射線金属物理学研究部門教授 山口 泰男

1. はじめに

磁性体の磁気構造の研究や、酸化物・水素化物等軽原子を含む化合物の結晶構造の研究には、中性子回折は不可欠の実験手法である。金研が3年前に建設した高能率中性子粉末回折装置 (HERMES) は、そのデータ集積効率の高さから、非常に広範囲の分野において物質の原子レベルでの構造研究に用いられてきた。特に最近では、Mn ペロブスカイトを中心とする遷移金属酸化物、および強相関 f 電子系化合物の研究において、多くの重要な成果を上げ続けている。そこで今回のワークショップでは、この1年間に HERMES で行われた実験の成果に基づき、遷移金属酸化物、f 電子系化合物の研究を中心とする諸問題について議論

し、さらに装置の将来的な展望について意見を交わす事を主な目的としている。さらに、HERMES を含む各種の中性子散乱装置の特性を比較する事により、HERMES をより有効に使っていくにはどうしたらよいか、についてもユーザーからの要望をふまえて議論した。

2. ワークショップ報告

本ワークショップは11月8日、9日の両日、東北大学金属材料研究所2号館1階講堂で開催された。46名 (内 金研22名) の参加者があり、活発な議論がなされた。以下に全体のプログラムを示す。

日時: 平成11年11月8日、9日

場所: 東北大学金属材料研究所講堂

11月8日 (午後1時半から午後5時40分)

13:30	「はじめに」	山口泰男 (金研)
13:35-14:50	Mn 酸化物	座長: 前川禎通 (金研)
13:35-14:00	「中性子散乱による層状マンガン酸化物の軌道状態の研究」	有馬孝尚 (筑波大)
14:00-14:25	「 $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ ($x \sim 1/8$) の粉末中性子回折」	小野泰弘 (東北大工)
14:25-14:50	「HERMES による層状ペロブスカイト Mn 酸化物 $\text{La}_{2-2x}\text{Sr}_{1+2x}\text{Mn}_2\text{O}_7$ の磁気・構造相図の決定」	廣田和馬 (東北大)
15:00-16:15	V, Fe 系酸化物	座長: 吉沢英樹 (物性研)
15:00-15:25	「 $\text{SrV}_2\text{O}_{11}$ の中性子散乱と磁気構造」	喜多英治、畑 慶明 (筑波大)

15:25-15:50	「 Fe^{4+} を持つ $\text{Sr}_3\text{Fe}_2\text{O}_7$ -d の電荷不均化反応と磁性」	神山 崇 (筑波大)
15:50-16:15	「 V_2O_5 の高圧相転移」	草場啓次 (金研)
16:25-17:40	Rietveld 解析 他	座長: 神山 崇 (筑波大)
16:25-16:50	「HERMES と 3 軸分光器を用いた遷移金属酸化物の研究」	吉沢英樹 (物性研)
16:50-17:15	「粉末構造精密化システム REMEDY の開発とその応用」	
	泉富士夫、池田卓史、熊澤紳太郎、胡 尉之、山本文子、及川健一(無機材研、KEK、東京商船大、超電導工学研、原研)	
17:15-17:40	「ホイスラー型 Ni_2MnGa 系合金のマルテンサイト型変態と磁気転移」	
		井上和子 (龍谷大)
18:00-	懇親会 (2 号館 5 階セミナー室)	

11 月 9 日 (午前 9 時 30 分から 12 時 30 分まで)

9:30-10:45	Li 電池 他	座長: 梶谷 剛 (東北大工)
9:30-9:55	「Li 二次電池用正極材料 $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$ の物性、熱力学的安定性と電池特性」	
	井手本康、小川秀平、小浦延幸 (東京理科大)	
9:55-10:20	「リチウム電池電極材料の構造と物性」	菅野了次 (神戸大理)
10:20-10:45	「重い電子系超伝導体 $\text{UPd}_2(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)_3$ の粉末中性子回折」	阿曾尚文 (物性研)
11:00-12:30	四重極秩序 他	座長: 廣田和馬 (東北大理)
11:00-11:25	「多段磁場誘起転移を示す Ce_3SnC の磁気構造」	小坂昌史 (埼玉大理)
11:25-11:50	「 HoB_2C_2 における特異な反強四重極秩序転移」	山内宏樹 (金研)
11:50-12:15	「 TbB_2C_2 の基底磁気構造と異方的磁化過程」	東方 綾 (金研)
12:15-	「おわりに」	大山研司 (金研)

3. 成果

本ワークショップの中心になった中性子粉末回折装置 HERMES は汎用の装置であり、現在非常に広い研究分野で活用されている。この事を反映して、本ワークショップでの講演分野も多岐にわたった。本ワークショップではいくつかの中心話題を用意した。すなわち、Mn を中心とする遷移金属酸化物の研究、Li 電池材料の開発、希土類での四重極秩序の問題の研究、さらに Rietveld 解析プログラム RIETAN 2000 に関して、それぞれ最前線の方々に講演していただいた。これらの講演によ

り、HERMES が広い分野で有効な装置であり、すでに多くの重要な成果が得られている事が実例とともに示された。以下に簡単に講演をまとめてみた。講演者の敬称は省略させていただいた。

山口 (金研) による開会の挨拶があり、続いて HERMES に対する課題申請が順調に増加している事、それにともない論文数も急速にのびている事が報告された。

最初の講演は、有馬 (筑波大) による層状 Mn 酸化物の研究の報告である。Mn 酸化物は、スピン、格子、電荷の振る舞いが密接に絡み合っていて、そ

のため巨大磁気抵抗など興味深い物性をしめす系として、最近大きな関心を呼んでいる。有馬は、HERMES および中性子三軸分光器による実験を行い、層状 Mn 酸化物 $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_{1+x}\text{Mn}_2\text{O}_7$ でのスピン密度分布を明らかにし、3d 軌道状態を知る試みを行っている。HERMES だけでなく、偏極中性子散乱実験や共鳴 X 線回折と組み合わせる事で、より詳細な 3d 軌道の情報が得られる事を指摘した。小野(東北大)は Mn 酸化物 $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ での中性子粉末回折実験について講演した。小野は $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ での結晶構造と磁気構造を決定し、ヤンテラー歪みの温度変化を明らかにした。

廣田(東北大)は、HERMES を用いた詳細な実験により、特に大きな巨大磁気抵抗効果を示す層状 Mn 酸化物 $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_{1+x}\text{Mn}_2\text{O}_7$ でのホール濃度に対する磁気構造、結晶構造相図を完成させた。遷移金属酸化物の研究において相図を完成させる事は、複数の自由度、とくに電子の持つ軌道の自由度がこの系の物性に与える影響を理解するうえで重要である。廣田は、 $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_{1+x}\text{Mn}_2\text{O}_7$ での酸素八面体の歪みのホール濃度変化を定量的に示し、3d 電子の eg 軌道のうち、低ホール濃度では $3z^2-r^2$ 状態が、高ホール濃度では x^2-y^2 状態が安定になる事を示した。その結果、ホール濃度の増加にともない、強磁性領域からキャント構造領域、反強磁性領域へと移っていくメカニズムを明らかにした。

第一日目第二のセッションは Fe、V 系酸化物の講演である。喜多(筑波大)は、六方晶バナジウム酸化物 $\text{SrV}_6\text{O}_{11}$ での磁気構造および結晶構造決定を HERMES を用いて行った。 $\text{SrV}_6\text{O}_{11}$ を含む AV_6O_{11} ($\text{A}=\text{Na}, \text{K}$ (一価) および Pb, Sr (二価)) は、その電気伝導度や磁性が A イオンの価数によって多様な振る舞いを示し、かつこの系で複数の構造転移も起きている事から、その物性の解明に興味を持たれている。喜多は HERMES での実験によ

り、 $\text{SrV}_6\text{O}_{11}$ の 50 K での回折パターンに室温では観測されなかった核散乱を見だし、構造転移により結晶構造が三方晶系 $\text{P}31\text{c}$ に変化している事を示した。また、低温相で磁気散乱ピークも観測し、c 軸二倍周期構造ではあるが複雑な磁気構造をとる事も明らかにした。また、V に Fe をドーブした $\text{SrFe}_x\text{V}_{6-x}\text{O}_{11}$ でも同様の実験を行い、Fe が入る V サイトを確定し、かつ各 V サイトでの磁気モーメントの振る舞いを明らかにした。この HERMES で得られた結果は磁化過程測定の結果とよく一致する事を示した。

神山(筑波大)は、 Fe^{4+} を持つ $\text{Sr}_3\text{Fe}_2\text{O}_{7-d}$ で起きている 2Fe^{4+} から $\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{5+}$ への電荷不均化について講演した。HERMES を用いた磁気散乱測定から、磁気構造決定を行った。低温でおよそ a 軸 2 倍、c 軸 4 倍周期の長距離秩序を示す磁気ブラッグピークが観測された。さらに、非常にブロードな磁気散乱が T_N 以上 250 K 付近まで観測された。これは何らかの磁氣的短距離相関が高温まで存在している事を意味していて、 μSR 測定において室温付近でもミュオン緩和が残っている事と関連づけられる。さらに、神山はパルス中性子源での粉末回折の専門家であり、原子炉の角度分散型装置とパルス源での ToF 型装置の利点の比較を行い、磁気散乱測定での HERMES の有用性を指摘した。

草場(金研)は高压合成で作成されるバナジウム酸化物 V_2O_5 での結晶構造解析を HERMES を用いて行った。この実験は非常に印象的であった。なぜなら、試料の量が 230 mg と非常に少ないにもかかわらず、構造解析に耐えるデータを測定しているからである。従って、草場の実験は HERMES の微量試料に対する優れた性能を証明した実験として重要である。これはまた、これまで中性子実験が不可能であった高压合成の分野の研究にとっても

福音となろう。さらに、中性子はバナジウムの散乱長が非常に小さいため、得られる情報はほとんど酸素サイトのものである。これは、X線回折で得られるバナジウムサイトの情報で酸素の情報をほとんど含まない事と対をなして興味深い。すなわち、X線と中性子で、バナジウムと酸素を独立に観測する事ができるのである。草場は HERMES の実験により、 V_2O_5 の高圧相の構造が斜方晶系に属し、P 222, Pmm 2, Pmmm のいずれかの対象性を持つ事を示した。

吉沢（物性研）は、特に、酸化物研究においてもっとも有効かつ効率的な中性子散乱装置の使い方はどのようなものか、について興味深い指摘を行った。すなわち、HERMES の利点は広い Q 領域でのデータを高い分解能で測定する事にあり、狭い範囲の測定や特定のピークの温度変化測定などは、むしろ二軸、あるいは三軸分光器を用いる方が有利である事、限られたマシンタイムで最大の成果を上げるには装置の使い分けが重要である事を指摘している。吉沢は、Mn 酸化物 $Nd_{1-x}Sr_xMnO_3$ および Ru 酸化物 $Ca_{2-x}Sr_xRuO_{4+d}$ での中性子回折実験を HERMES で行っている。 $Nd_{1-x}Sr_xMnO_3$ では、ホール濃度に対する詳細な磁気構造、結晶構造相図を完成させ、それが Mn_{3+} イオンの軌道秩序や電荷秩序と関連させて理解できる事を示した。また $Ca_{2-x}Sr_xRuO_{4+d}$ では、この物質で酸素量によって電気伝導度、磁性が大きく変わるメカニズムを明らかにする目的で、過剰酸素の入った試料での磁気構造、結晶構造相図を作成した。

泉（無機材研）らは、粉末回折実験のデータを解析する構造精密化システム REMEDY について講演した。泉は、現在最も信頼されている Rietveld 解析プログラム RIETAN シリーズの開発者である。REMEDY は、RIETAN 98 と最大エントロピー法プログラム MEED を組み合わせ、構造を精密化する

システムである。MEM 解析と全パターンフィッティングとを交互に繰り返す反復解法を採用して、通常の構造モデルでは表現しきれない原子の不規則分布、非調和熱振動などを扱うのに適している。

井上（龍谷大）は、ホイスラー型合金 $Ni_{2.16}Mn_{0.84}Ga$ をベースに、Ni を Pd で、Ga を Ge で置換した合金でのマルテンサイト変態について講演した。置換した合金に磁場をかける事で、そのマルテンサイト変態に起因する形状記憶効果をコントロールする事が研究の目的である。HERMES を用いた $Ni_2(Pd_{0.16}Mn_{0.84})Ga$ と $Ni_2(Ni_{0.16}Mn_{0.84})(Ga_{0.84}Ge_{0.16})$ での中性子回折により、両者との常磁性領域ではホイスラー構造をとり、かつ Pd は Ga サイト入り一部の Ga は Mn サイトに入る事が明らかになった。一方、強磁性領域である 15 K では、ホイスラー構造とは大きく異なる複雑な構造をとる。この構造は、ホイスラー構造が斜方晶に歪んだ相と、monoclinic 構造をとる相との 2 相共存で理解できるものである。井上は、それぞれの相の存在比や格子定数の温度変化を詳細に測定し報告した。

ワークショップ第 2 日目の最初の講演は Li 電池材料に関するものである。Li 電池材料の研究は、より高エネルギー、高電位の材料を見つけるという応用上の興味もあり、現在活発に物質探索が行われている。また、これらの物質は軽原子 Li および O を含むので、中性子回折がこの分野で果たす役割は大きい。まず井手本ら（理科大）は、HERMES を用いて Li 二次電池用正極材料 $Li_{1+x}Mn_{2-x}O_4$ での結晶構造決定を行い、電気伝導率なども含めて、物性の組成依存性を明らかにした。この結果、Li 量あるいは Mn 価数が増加するにつれ、Li-O および Mn-O 間距離が短くなる傾向がある事を示した。また、スピネル型 $LiMn_2O_4$ では低温で斜方晶への構造転移が起きている事を示し、か

つ Li 量あるいは Mn 価数の増加が、この転移を抑制する事も明らかになった。さらにこの結果と電池作動試験の結果との比較から、Li 量あるいは Mn 価数の増加が結晶構造を安定させ、その結果サイクル特性が向上する傾向がある事が示された。菅野（神戸大）は、遷移金属を含む Li 電池材料、 LiMO_2 , LiM_2O_4 (M: 遷移金属) での中性子回折実験を HERMES を用いて行い、これらの物質での結晶構造と電池性能の関係を示した。 LiFeO_2 では、室温での解析パターンが低対称の層状構造をもつ相に 10% の立方晶相が混入している事で理解できる事を示した。またリチウムマンガンスピネルでは、充放電反応機構と劣化の機構の解明のために、さまざまな条件で作成された試料での構造解析を行った。その結果、800 °C 以上で焼結した試料では酸素欠損が生じる事が示された。酸素欠損は電池の性能に強く関連するため、詳細を明らかにする事は重要である。この酸素欠損は、リチウム比の増加あるいは焼成温度の低下で減少する事も示した。

阿曾（物性研）は、重い電子系ウラン化合物 UPd_2Al_3 とそれに Ga をドーピングした化合物について講演した。 UPd_2Al_3 は低温で反強磁性相と超伝導相が共存する物質で、かつ 5f 電子が両方の長距離秩序に関連している系として、最近非常に注目されている。阿曾は HERMES を用いて $\text{UPd}_2(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)_3$ での中性子回折実験を行い、磁性と超伝導への Ga 置換の影響を調べた。 $x=0.1, 0.3$ の試料で実験を行い、 $x=0.3$ でも $x=0$ と同じ反強磁性構造をとる事、また、磁気モーメントは x 増加に伴い減少し、Ga 置換が反強磁性相実現を抑制する事を示した。

小坂（埼玉大）は、立方晶 Ce_3SnC において「悪魔の階段」ともいふべき 6 段以上の磁場誘起転移を見いだした。そこで、小坂は、この多段転移の

メカニズム、および四重極転移の可能性を探るために、HERMES を用いて低温での磁気構造決定を行った。その結果、低温では磁気モーメントが a 軸に向いた a 軸方向 2 倍周期である事が示された。しかし、結晶学的には Ce は一つのサイトに位置するにも関わらず、ユニットセル中の 3 つの Ce のうち 1 つは磁気モーメントの大きさが 0 になっているか、あるいは他の Ce とは 90 度ずれている可能性を指摘した。これは各 Ce 位置での 2 回対称軸の向きが異なる事と関連していると思われる。また、小坂は中性子回折パターンを注意深く測定し、 Ce_3SnC では、 T_N 近傍で 3 倍周期構造をもつ新たな相が存在していて、磁気的な秩序-秩序転移が起きている事を明らかにした。

山内（金研）および東方（金研）は、この 1 年間の HERMES の最重要成果である、希土類正方晶化合物における四重極秩序についての最新結果について講演した。山内によれば、 HoB_2C_2 は、 $T_N > T_0$ 、すなわち磁気秩序が実現している状態で四重極秩序が起こる希有の物質である事を示し、 $T < T_0$ 、 $T_0 < T < T_N$ の両相での磁気構造を解明した。 $T < T_0$ では基本的には四重極秩序物質 DyB_2C_2 と同じ磁気構造をとる事を示し、 HoB_2C_2 での $T < T_0$ 相が四重極秩序相である事を証明した。また中間相の磁気構造が、短距離相関的な長周期構造である事も示した。東方は、 TbB_2C_2 は、四重極秩序物質 DyB_2C_2 , HoB_2C_2 とは異なり、 c 軸方向の 90 度磁気構造をもたず、むしろ 180 度反強磁性構造をとる事を示した。これは TbB_2C_2 は少なくとも無磁場下では四重極秩序を起こす可能性の無い事を意味している。一方、長周期構造などに DyB_2C_2 , HoB_2C_2 との共通性があり、また磁化過程測定から磁場下での四重極秩序相の存在が示唆されていることから、 TbB_2C_2 でもやはり四重極相互作用は重要な役割を果たしているといえる。山内、東方の講演は、

RB₂C₂での基底状態が四重極相互作用の影響を強くうけており、かつ磁氣的相互作用との共存競合によって非常に多彩な磁性を示す事を明らかにしている。

最後に装置責任者の大山（金研）によって、HERMESのテーマとして、100 mg程度の微量試料での測定、および液体、アモルファス、化学の分野でのS(Q)測定を重要視している事が説明された。

4. ワークショップまとめ

今回のワークショップでは、HERMESの性質を良く反映し、非常に広範囲の多岐にわたる講演がなされた。中性子回折実験の最大の利点の一つは、磁気構造や化合物中の軽元素(酸素、リチウム)などの構造を、正確にかつ同時に、比較的簡単な実験で決定できる事にある。本ワークショップで、最近非常に強い興味を集めている酸化物の物性研究に対し、HERMESが非常に重要な役割を果たしている事が示された。特に、ホールドープ量を変えた多数の酸化物試料で測定を行い、ホール量に対する全体的な相図を決定する必要がある系では、

短時間で多数の試料を測定する事ができるHERMESはすでに必要不可欠な装置となっている事が示された。さらに最近応用の方面で研究が進展しているLi電池材料の研究でもHERMESは成果を上げている。また、1999年に入ってから急速に興味を集めつつあるRB₂C₂系化合物での四重極秩序に関する報告が2件あり、正方晶での四重極秩序化の解明に対し、HERMESを用いた磁気構造決定が本質的に重要な役割を果たしている事が示された。

ワークショップ全体を通して、今後HERMESと中性子回折装置が狙うべき方向性について有意義な議論を持つ事ができた。特にユーザーからの要望を直接受ける事で、現段階での装置の問題点が非常にクリアーになったのは、HERMESという装置に責任を持つ我々にとって大変有意義であった。

最後に非常に多忙な時期にもかかわらず、講演を快諾していただいた講演者の方々、参加者の方々にお礼を申し上げたい。

(文責：大山研司)

実験と計算科学的アプローチの共同によるナノ物質研究

合金設計制御工学研究部門教授 川添 良幸

1. はじめに

平成 11 年 11 月 29 日(月)午後 1 時半より 11 月 30 日(火)午後 5 時までの二日間にわたり、金属材料研究所 2 号館 1 階講堂において表記のワークショップが開催された。本ワークショップは、ナノメータースケールでのマイクロクラスターや物質表面の創製・制御に関する研究が近年、急速な発展を遂げている中で、国内の実験・理論の専門家を一堂に集め、実験と理論が共同した形で行われてきた最近の研究成果の報告や情報交換、さらには将来の共同研究発端の場とするために企画された。具体的な内容は以下に既述する通りであるが、近藤教授との同テーマでの実験・理論ジョイントワークショップは既に平成 4 年から 7 年にわたって本所において実施され、その成果は Science Report RITU の特集号として 2 巻刊行されている。また、Springer シリーズの Advances in Materials Research の一巻としても刊行予定である。今回のワークショップは昨年度より開始された重点的研究のテーマとして採択されたワークショップの一つであり、参加者は 65 人にのぼり、昨年同様本所のワークショップとしては規模的にも従来のものよりもかなり大きなものとなった。特別講演 1 件と 25 分講演 22 件の合計 23 件であったが、その他の重要な発表のために初日夕方にポスターセッションを開催した。ポスターの発表件数は 21 件であった。

2. 概要

以下、口頭発表の概要を順を追って紹介する(敬称略)。

はじめに近藤は開会の挨拶において、本ワークショップ開催までの経緯、科学と物理学が融合した形でのクラスター研究が今後益々重要になっていくであろうこと、理論・実験が共同してその両面から研究を進めていくことの必要性などについて「その出来ること・出来ないこと」という言葉を用いて、これまでの共同研究の背景説明と興味深いイントロダクションを行った。

続いて川添は、ナノチューブやシクロデキストリンなどを用いたナノデバイスの可能性、スーパーコンピューターからより新しい次世代超高速計算機への道具立ての変遷、特に、電子デバイスや記憶素子の将来像を提言し、これを活用したハイパフォーマンスコンピューティングの重要性を強調した。具体的には第一原理やタイトバインディング法を用いたオーソドックスなマイクロクラスターの構造最適化計算が益々重要になってくることが、一次元伝導体・半導体や DNA デバイスの量子的学的性能評価法などについて幅広く論じた。

橋詰は、水素終端した Si(100)2x1 表面において、STM の針先に電圧をかけることにより表面水素を選択的に取り除けることを示した。この操作で水素を一行に取り除けると、むき出しになった Si 原子列がパイエルス転移を起こし、STM で測定さ

れるダングリングボンドの振幅に特殊なパターンが現れること、このパターンが極低温では凍結して Si 原子数が奇数・偶数に応じて対称・非対称になることなどを川添グループの李らによる第一原理シミュレーションの結果を交えて報告した。さらに東大工の渡辺らの第一原理計算による一次元強磁性の可能性も示唆した。

尾上は、水銀ランプで光照射した C_{60} 薄膜結晶表面の STM 像に、規則的な C_{60} のパターンの所々に小さな不規則なパターンが出現し、これが分子間距離の測定から C_{60} ダイマーに相当することを示した。さらに、電子線照射した C_{60} 表面は、 C_{60} 同士が完全に融合した形の複雑な構造になることなどの実験結果を紹介するとともに、大澤により予言されている Si 被覆 C_{60} を作成するには Si をある程度まとめて同時に C_{60} に吸着させないとエネルギー的に不利であるという、生成過程に関する田中・尾上らの理論計算結果を紹介した。

粕谷は、Ar レーザーで光照射した C_{60} (或いは C_{84}) 薄膜結晶表面の STM 像にも小さな不規則パターンが所々に出現するが、分子間距離が照射前と殆ど変わらないことから、これはダイマーではないとした。大野らによる C_{60} 単結立方晶 HOMO、LUMO 電荷密度計算結果と対照させて、電子励起状態を経由して、5 員環とダブルボンドが対面した向きに隣同士のフラーレンが凍結する可能性を示唆した。一方、700 度程度の高温に加熱した C_{60} 薄膜試料には明らかに分子間距離が短くなったパターンが随所に現れることも紹介した。

長坂は、アルカリハライド・イオン結晶中の Cu^+ イオンによる $3d^9 \rightarrow 3d^8 4s$ の光学遷移過程に関する吸収強度の温度依存性に関する実験結果を報告した。LiCl では Cu^+ は on-center 位置にあり、絶対零度では非許容遷移であるため、温度とともに振動子強度が $\tanh T$ に比例して増加していく。

KCl では Cu^+ は o-center 位置にあり、振動子強度は絶対零度でも有限である。NaCl はちょうどこれらの中間的であり、振動子強度は T の平方根に比例して増加する。

大槻は、原子核反跳反応を利用したフラーレンへの重い異種原子の挿入の可能性に関する実験結果を報告した。特に、 7Be を C_{60} に衝突させた試料を TOF 測定し、 C_{60} ダイマーの強いピークがあり、大量の C_{60} ダイマーが生成されていることを示した。また、 C_{60} に内包された 7Be の EC decay の半減期が、6 K に冷やした試料では 52.95 日であるのに対して、室温では 53.24 日と長めになることを示し、これが C_{60} 内に 7Be が吸着されている位置が温度変化するためではないかとの示唆を行った。

奥は、新しいナノゲージ構造を創成する数多くの実験結果を紹介した。特に、化学的に合成した BN ナノチューブ、 Fe_3O_4 内包ナノカプセル、SiC、CBN ナノゲージ構造、グラファイト型の C_3N_4 層構造や、窒素原子を C_{60} に高速衝突させることによって生成された窒素内包 C_{60} などの電子顕微鏡写真を紹介した。また、パラジウムを層間にインターカレートしたカーボンオニオン新物質の電子顕微鏡写真から炭素層間距離がおよそ 4 Å であることを測定し、これが孫らの計算結果である 4.41 Å とおよそ符合することを報告した。

稲岡は、微粒子に生ずる表面プラズモンおよび体積プラズモンによる光吸収スペクトルの吸収強度の寄与を、各電子遷移過程からの寄与に分解する理論的試みについて紹介した。これは、無限大のエネルギー障壁の井戸型ポテンシャル中の電子系を RPA (動的ハートリー近似) で計算した結果である。表面プラズモンによる吸収 (Mie 共鳴モード) は、各運動量が 1 異なり、動径量子数が同じか 1 異なる状態間からの寄与が大きく、体積 (ボ

リウム) プラズモンによる吸収は、角運動量が異なり、動径量子数が同じ状態間からの寄与が大きいことを示した。

丸山は、HOPG 上の Ir_n , Ag_n , Au_n などのナノクラスタの拡散が $\langle x^2 \rangle = Dt$ の random walk 的ではなく、 $\langle x^2 \rangle = Dt$ の random walk 的ではない、 $\langle x^2 \rangle = Dt^{1.2}$ の Levy walk 的になるという異常表面拡散の問題を取り上げ、これを分子動力学法によるシミュレーションにより解析した結果を報告した。グラファイト表面の六角格子とナノクラスタの原子間隔の間に生ずる格子ミスフィットにより、クラスタの位置や角度に応じてポテンシャルに整合・不整合的なディスコメンシュレーションが形を変えて現れ、これが単純な拡散運動からのずれを与え、ハミルトンカオスになっていることを論じた。

畠山は、アーク放電プラズマの周辺に別の補助プラズマを作ることにより、これまで報告の少なかった C_{74} を選択的に生成することが可能であることを示した。 C_{60} はアーク中心で生成されるのに対して、これら高次フラレンは中心よりも 3 cm 程度離れたところで生成する。また、炭素電極中に Si を入れ、サブアノードを加え、二つの陽極を用いて Si の蒸気の量を増やすことによって、生成したすす中に $\text{Si}@\text{C}_{74}$ や $\text{Si}@\text{C}_{66}$ が大量に含まれていることを TOF 測定によって検出した。

岡田は、Girifalco ポテンシャルを用いた fcc C_{60} 結晶の古典分子動力学シミュレーションを行い、edge dislocation (dislocation line と Bergars vector が垂直) や screw dislocation (dislocation line と Bergars vector が並行) の形成や、空孔形成エネルギーを評価した。空孔形成エネルギーは空孔のまわりの格子が殆ど緩和していない為に凝集エネルギーとほぼ等しいことを示した。また、 C_{60} 薄膜に dislocation を導入することにより励起子が転移

にトラップされ、光吸収が red shift することを説明した。

王は、隅山・桜井らが実験で作成している Fe_{13}O_8 や Fe_n , Co_n , Ni_n ($n=8-20$)、 Au_n などの様々なマイクロクラスタのキャパシタンスを計算した結果について報告した。特に Fe_{13}O_8 は鉄の正 20 面体クラスタを酸素の立方体を取り囲んだ構造を持ち、 D_{4h} 対称性を有しているが、これを通常の第一原理計算により構造最適化した。続いて、DVM 法により全エネルギーを計算した。キャパシタンスはイオン化ポテンシャルと電気親和力の差に関係しており、電子数が異なる系の全エネルギーの差からその値を見積もった。

Kumar は、 Si_4 , Ge_4 , Al_4 は平面構造を持つが、 P_4 は四面体構造を持ち、元素によってそのクラスタの安定構造が大きく変わることをまず指摘した。続いて、Si や Ge クラスタに異種元素をドーピングすることによりエネルギーギャップを制御出来ることを示唆した。特に LDA の Kohn-Sham レベルエネルギーからの見積もりの範囲ではあるが、 Si_4Ag_4 , Si_4Cu_4 , Ge_4Ag_4 , Ge_4Cu_4 などの一連のクラスタのエネルギーギャップを評価した。また、 M_8C_{12} のようなクラスタも系統的に調べた結果について報告した。

池庄司は、二成分レナード・ジョーンズ・クラスタの構造のサイズ依存性を分子動力学法により調べ、多数の液滴を立方セル中に入れてセルを外して断熱凝固させたものと、系の中心部のみを冷やすサーモスタットを導入して等温凝固させたものの二通りの結果を紹介した。icosahedron と fcc (octahedron) を比べると、二成分系では icosahedron を好む傾向が強まることを結論した。これは icosahedron の原子間距離は、中心原子と周辺原子の間の距離よりも周辺原子間距離の方が長く、原子が 2 種類になることでうまく調整される

為であることを説明した。

三上は、水溶液中の OMCTS (CH_3SiO_4) のような疎水性球形分子が表面を選択的にぬらして集団化する性質を定量的に評価するために、表面分子間力と疎水性相互作用を設けたグランドカノニカル・モンテカルロ法に基づくシミュレーションを行った。溶液中に間隔 L の並行平板を置くと、この間に分子が入り込んで二つの並行平板を吸い寄せ、圧力が働く。 L が安定分子間距離の整数倍のときに並行平板間に分子が最も規則的に層状に並び、距離が整合しないときには層状構造が多少乱れ、圧力が L に対して周期的に変化することを示した。

長谷川は、気液臨界点付近の臨界現象を特徴づける臨界指数 β が Ising 模型の値と僅かにずれることを指摘するとともに、臨界点からはずれた気液相転移の場合や固液相転移の場合には無限系では相分離現象が起こるが、有限系のシミュレーションを行うと界面形成エネルギーの損がバルクエネルギーの得に比べて無視できなくなるために、相分離を起こさずに単一相のまま状態が推移してしまうことを指摘し、有限系のシミュレーションの問題点を強調した。特に、 C_{60} の相転移の解析において、このような間違っただけ解析が最近数例あることを報告した。

西館は、プロセスシミュレータ、高温プロセスシミュレータ、形状シミュレータなどの重要性・必要性を強調するとともに、セル・オートマトン(決定論的な格子模型)によるシリコン表面のエッチング過程のシミュレーションを紹介した。Si ダイヤモンドセルの 8 個の Si の位置の占有状態を 0 (空)、1 (表面占有)、2 (バルク占有) で表し、表面指数に依存した表面エネルギーを設定することにより、エッチピットが丸みを帯びたり、表面指数に依存した異方性が現れて角が出来たりする

興味ある振る舞いが得られることを紹介した。

この後、市橋が特別講演を行い、メタノールやベンゼンをニッケルイオンクラスターや銅イオンクラスターに低速で衝突させたときの反応過程と反応生成物を議論した。実験では、メタノール(ベンゼン)蒸気圧は十分小さく、1 回衝突の条件が満たされている。メタノールと Ni_n^+ の衝突の場合、 $n=9$ 以上の場合には単純吸着するが、 Ni_4^+ ($n=4$) は Ni_4O^+ となり、脱メタン反応が特異的に起こりやすいこと、 $n=7, 8$ のときには Ni_7C^+ のような炭化物生成反応が起こりやすいことを示した。しかし、 Ni_4^+ と Ni_8^+ は反応断面積が比較的小さく、物理吸着状態と化学吸着状態の間のバリアが高いことが観測されており、どのような理由でこの反応が起こり易いのか大変に興味の持たれるところである。イオンであることから互いに引き合って物理吸着状態にはなるものの、再蒸発してしまうので、反応断面積は Langevin 断面積よりも小さくなることも説明された。また、ベンゼンとの衝突の場合には、 Ni_6^+ との結びつきが特異的に大きいことを示した。クラスターサイズの違いによってこのように単純な化学反応の起こり易さが選択的に変化することを明示したのは本報告が初めてであり、今後のクラスターサイエンスの発展を大いに刺激する可能性のある内容であった。

多井は、 Ag_n^+ クラスターを HOPG 表面に 0~120 eV で照射し、どのような反応が現れるかを観測した結果について報告した。 Ag_3^+ の場合、20~80 eV 程度なら跳ね返るが、80 eV 以上ではインプラントすることを示した。クラスターがフラグメンテーションを含めて跳ね返る Yield の入射エネルギー依存性は簡単なモデルで一応説明が出来ることも示し、同じ入射エネルギーに対しては、クラスターが大きければ大きいほど跳ね返り易いことを説明した。

山口は、 Ag_n^+ ($n=1, 3, 5, 7, 9$) のサイズ選別されたクラスター・ビームのエネルギー分布をなるべく小さくして HOPG に衝突させてデポジットさせるエネルギー制御実験を行い、デポジションが起こる最低のエネルギーとクラスターサイズの関係性を議論した。この最低エネルギーはクラスターサイズ n とともに大きくなり、およそ $n^{2/3}$ に比例する。これは、クラスターが HOPG に衝突するときの接触面積に比例することを物語っている。この議論は、クラスターが球ではなく回転楕円体の場合にも成り立つことも示した。

桜井は、純粋に一成分の遷移金属クラスター (Fe_n , Co_n , Ni_n) では $n=13$ がマジックナンバーにはならないのに対して、 Fe_mO_n , Co_mO_n , Ni_mO_n などの酸化物クラスターでは ($m=13$, $n=8$) および ($m=9$, $n=6$) が明確なマジックナンバーになっていることを実験的に示した。これらの安定クラスターの存在は、孫らの第一原理計算によると遷移金属元素からなる正 20 面体の隣合わない三角形の面の上に位置する立方体の 8 個の頂点に酸素が付いている構造が最安定であることと符合することを説明した。

古賀は、金属ナノ粒子を as grown でアモルファ

スカーボンにデポジットした試料を TEM 観測で一つ一つ構造の分析を行った結果を報告した。粒子サイズが 6 nm より小さい場合には D_h 構造を持つものと I_h 構造を持つものが共に多いのに対して、粒子サイズが 6 nm より大きい場合は D_h 構造が支配的になること、そして、粒子サイズに関わりなく fcc 構造をとる粒子は殆どないことを説明した。試料を一度溶かして再生すると、構造の粒子サイズ依存性には 6 nm での明確な変化が消失することも示した。

齋藤は、中性のクラスターを大量に生成する条件下で、プラズマ中のレーザーアブレーション法を用いて 10,000 原子程度までの比較的大きな Nb クラスターを大量に生成し、これに ARF のエキシマレーザーを照射してイオン化し、TOF 質量スペクトルを測定した結果について報告した。結果によると、2,000 原子程度のイオンクラスターは殆ど生成されず、生成頻度は 2,000 原子より小さい原子サイズの場合と大きい場合の両側で増加している。2,000 原子より小さい側の生成頻度の増大は、フィッション・プロダクトではないかと予想されることを説明した。

[プログラム]

11 月 29 日 (月)

13:30-13:45 開会の挨拶

豊田工大 近藤 保

座長 粕谷厚生 (東北大学際センター/東北大金研)

13:45-14:10 マイクロクラスターの構造安定性と物性

東北大金研 川添良幸

14:10-14:35 水素終端シリコン表面における原子細線と構造緩和

日立基礎研 橋詰富博、平家誠嗣、小野木敏之 / 東工大 一杉太郎、松浦志のぶ、

渡邊 聡 / 東北大金研 李 志強、大野かおる、川添良幸

座長 池庄司民夫 (東北工研)

14:35-15:00 フラレーンを用いた材料科学

理研 尾上 順

15:00-15:25 フラーレン結合状態の光照射効果

東北大学際センター/東北大金研 粕谷厚生、胡 長武、大野かおる、川添良幸

15:25-15:45 休憩

座長 三上益弘 (物質研)

15:45-16:10 イオン結晶中を動く Cu^+ イオン

山形大理 長坂慎一郎、高橋良雄

16:10-16:35 フラーレンへの重い異原子挿入の可能性

東北大核理研 大槻 勤

座長 高橋良雄 (山形大理)

16:35-17:00 C・BN ナノケージ構造

大阪大産研 奥 健夫、久野昌樹、平野孝典、菅沼克昭

17:00-17:25 微粒子に生ずる表面および体積プラズモンの内部構造

岩手大工 稲岡 毅

17:25-17:50 ナノクラスターの表面拡散ダイナミックスとハミルトンカオス

名古屋工研 丸山 豊

18:00- ポスターセッション2号館1階会議室

19:00- ポスターを見ながらの懇親会

11月30日(火)

座長 長谷川正之 (岩手大工)

9:00-9:25 プラズマ制御によるフラーレンベースのナノ新物質創製

東北大工 畠山力三、平田孝道、佐藤徳芳

9:25-9:50 Girifalco Potential を用いた fcc C_{60} 結晶の転移と空孔のコンピュータシミュレーション

横浜市立大理 岡田 勇、玉木 滋、井手直樹、小島謙一

座長 Keivan Esfarjani (東北大金研)

9:50-10:15 Capacitance of microcluster

東北大金研 Q. Wang Q. Sun J.-Z. Yu Y. Kawazoe

10:15-10:40 Band gap engineering by doping in Si and Ge clusters

東北大金研 Vijar Kumar

10:40-10:50 休憩

座長 相原智康 (東北大金研)

10:50-11:15 二成分 LJ クラスタ構造のサイズ依存性 — なぜ正 20 面体になりやすいか —

東北工研 池庄司民夫

11:15-11:40 GCMC 法によるナノ細孔中における LJ 物質の構造と相互作用の研究

物質研 三上益弘、永井朋子

座長 五十嵐一男 (名古屋工研)

11:40-12:05 相転移の計算機実験におけるいくつかの混乱

岩手大工 長谷川正之

12:05-12:30 シリコンエッチングの CA シミュレーション

岩手大工 西館数芽、馬場 守

12:30-13:30 昼食

座長 近藤 保 (豊田工大)

13:30-14:20 (特別講演) 遷移金属クラスターイオンの触媒反応

豊田工大 市橋正彦、半村 哲、R.T. Yadav、近藤 保

14:20-14:45 金属クラスターの固体表面での散乱 名古屋工研 多井 豊、山口 渡、村上純一

14:45-14:55 休憩

座長 寺崎 享 (豊田工大)

14:55-15:20 金属ナノクラスターの固体表面へのエネルギー制御デポジション

名古屋工研 山口 渡、吉村和記、多井 豊、丸山 豊、村上純一

15:20-15:45 遷移金属酸化物クラスターに見られるマジックナンバークラスター

東北大金研 桜井雅樹

座長 村上純一 (名古屋工研)

15:45-16:10 金属ナノ粒子安定構造のサイズ依存性: 実験的証拠

物質研 古賀健司

16:10-16:35 プラズマ中のレーザーアブレーションによる遷移金属クラスターの生成

電総研 斉藤直昭、小山和義、谷本充司

16:35-16:55 まとめ・将来展望

豊田工大 近藤 保

16:55-17:00 閉会の挨拶

東北大金研 川添良幸

ポスター 11月29日(月) 18:00-21:00

1. 異種原子をドーピングしたフラーレン薄膜における科学反応

理研 田中秀樹、尾上 順、原 寿樹、武内一夫

2. 電子ビーム照射により誘起される C_{60} 固体内の化学反応

理研 原 寿樹、尾上 順、田中秀樹、武内一夫

3. フラーレン系の圧力制御強結合近似分子動力学計算

岩手大工 船渡川久美子、西館数芽、馬場 守、長谷川正之

4. カーボンナノチューブの強結合近似分子動力学計算

岩手大工 伊藤孝徳、西館数芽、馬場 守、進藤浩一

5. C 言語による第一原理分子動力学プログラムの開発

岩手大工 夏坂大輔、西館数芽、馬場 守、伊藤孝徳

6. Photoabsorption Spectroscopy of Nickel Cluster Ions

コンボン研 Ramkuber T. Yadav Akira Matsushita Kensuke Tono Akira Terasaki

Tamotsu Kondow

7. カーボンナノ構造へのナノ粒子内包

大阪大産研 久野昌樹、奥 健夫、菅沼克昭

8. 原子直視によるナノ構造解析

大阪大産研 奥 健夫

9. Deposition of Size-selected Cluster Ions and STM Observation

豊田工大 安松久登、小泉真一、近藤 保

10. 液体中の金属レーザー蒸発による銀ナノ微粒子の生成

コンボン研 河野淳也、武田佳宏、真船文隆、近藤 保

11. クラスター— 固体表面衝突により誘起される化学反応

コンボン研 小泉真一、安松久登、近藤 保

12. サイズ選別されたニッケルクラスターイオン上でのベンゼン分子の吸着と解離

コンボン研 半村 哲、市橋正彦、近藤 保

13. マンガン 3 量体イオンの光吸収分光

理研 松下 明 / 豊田工大 R.T. Yadav、登野健介、峰本紳一郎、寺崎 亨、
近藤 保

14. Pb/Si (100) 表面の電子構造

東大理 登野健介、Han-Woong Yeom、松田 巖、太田俊明

15. Tight-binding study of encapsulated C₆₀ in carbon nanotubes

物質研 Amir Abbas Farajian、Masuhiro Mikami Seiji Tsuzuki、Kazutoshi Tanabe

16. 中性および帯電したチタンクラスターの構造安定性

東北大金研 種田晃人、川添良幸

17. 第一原理 GW 計算による Na クラスターの準粒子スペクトルの計算

東北大金研 石井 聡、大野かおる、川添良幸

18. 決定論的に記述されるスピン系の時間発展過程 — 自己組織的多値記録媒体を目標として —

東北大金研 石原正仁、大野かおる、川添良幸

19. 全電子混合基底法における第一原理分子動力学計算: C₆₀ への異種原子挿入

東北大金研 志賀圭一郎、大野かおる、川添良幸

20. Elastic Model of Self-assembled Quantum Dot

東北大金研 Sornthep Vannarat、Keivan Esfarjani、Yoshiyuki Kawazoe

21. First-principles Studies on the Structural and Magnetic Properties of Fe/Au Multilayers

東北大金研 Jian-Tao Wang、Lei Zhou、Yoshiyuki Kawazoe

3. まとめ

一つ一つの内容の紹介は略すが、初日夜に行われたポスターセッションでも大変興味ある数多くの発表が行われた。参加者の投票により今回のポスター賞は、1 位 奥、2 位 3 位は同票で、河野、半村の二人に決まった。ワークショップの最後に、近藤がまとめを行い、実験的にはクラスターをどのように作るかが議論において極めて重要になってきていること、最近のクラスター研究の傾向として、何らかの形で二種類以上の原子を扱うことがその複雑性に由来する高度に制御可能な有用物性故に欠かせなくなってきたことなどを強調した。さらに今後の理論的発展への期待として、クラス

ターを少数多体系として捉えて基本的に重要な (例えば熱力学におけるエントロピーのような) パラメータを抽出して議論する理論の構築も、今後のクラスターサイエンス発展の為には必要なのではないかという問題提起も行った。当該研究分野において第一線で活発に活躍している多くの研究者が一堂に集まって開かれた今回のワークショップは、充実した発表と活発な討論によって大変有意義であった。口頭発表ならびにポスター発表の講演者の方々は勿論のこと、忙しい中をお集まり頂いて活発な討論に加わって下さった参加者の皆様に感謝いたします。

(文責: 大野かおる)

ワークショップ報告 (4) :

短波長光エレクトロニクスの展開

電子材料物性学研究部門教授 八百 隆文

1. はじめに

高度情報化社会の展開とともに、可視領域から紫外領域にわたる短波長光エレクトロニクスは、近年ますます、その重要性を増しつつある。大容量・超高速の情報伝送・処理システム、高品質でユーザーフレンドリーなマン・マシーン・インターフェイス等々の次世代高度情報化社会の基盤技術の構築に、短波長光エレクトロニクスが果たす役割は極めて大きい。ワイドギャップ半導体は短波長光エレクトロニクスのキーマテリアルであり、これを用いて、半導体レーザ、発光ダイオード、光センサー、光記憶素子、変調器、等々の基本的な要素デバイスが開発されている。本ワークショップは、このような最近の研究展開を背景に、金研共同利用の重点テーマ「短波長光エレクトロニクスの展開」において金研共同利用研究を行っている研究グループと関連研究者が最近の成果を発表し、新たな研究展開を探るために開催された。

2. ワークショップ報告

ワークショップは1999年12月10日(金)9時～17時に、東北大学金属材料研究所講堂(仙台市青葉区片平2丁目1-1)にて、開催された。参加者数は80名程度であった。

本ワークショップは、その前日の12月9日に同じ会場で日本学術振興会16I委員会研究会が同じ「短波長光エレクトロニクスの展開」という題目で研究会が開催され、そこでは、ワイドギャップ半

導体材料・デバイスの最近の展開のオーバービューがなされた。取り上げられたトピックスはZnO系酸化物半導体エピタキシ膜の励起子光物性、GaN系III-V族窒化物半導体の新しい光デバイス応用の可能性、II-VI族化合物量子ドットとフォトリソグラフィ、ダイヤモンド薄膜形成と光デバイス応用の展望、の4件であった。この2日間の講演で、短波長光エレクトロニクスの研究の現状をほぼサーベイ出来るようにプログラムが組まれている。なお、別表に、ワークショップのプログラムを記す。

本ワークショップで議論された半導体材料はIII-V族窒化物半導体、II-VI族化合物半導体、カルコパイライト化合物、ZnO系酸化物半導体であった。

III-V族窒化物半導体は、400 nm 付近の半導体レーザ、緑色、青色の発光ダイオードとして、最近実用化された材料系である。この材料系の新たな展開の方向として、半導体レーザとしては更なる短波長を目指す方向が大きな研究テーマとなっている。このためには、AlNとの混晶化、あるいはBN系との混晶化(川西)が検討されている。他方、発光素子の多色化あるいは純然たる白色発光素子の開発も検討されている。このために、従来の有機金属気相法(MOCVD)に加えて、RFプラズマを用いた分子線エピタキシ法(MBE)(岸野)や、ホットウオールエピタキシ(HWE)法(藤安)などが試みられている。特に、最近の興味ある展開として、

BN 系でフラーレンが形成されており、この形成と電子顕微鏡による評価が、特別講演として報告された(坂東)。今後、光物性評価研究とともに、理論面からのバンド構造計算を含めた研究が待たれる。

II-VI 族化合物半導体に関しては、青緑色 ZnCdSe 系半導体レーザの寿命が 500 時間で頭打ちとなっている。最近では、むしろ、この物質系の特色を鮮明に出した研究が展開されており、特に、量子ドット形成とその発光素子応用の研究は、非常に興味深い。CdSe/ZnSe 系量子ドット系での多色発光素子作製の試み(小林)は、一つの方向を示すものと考えられる。また、微傾斜基板を用いて、量子ドットを制御する試みもなされており(鍋谷)、より制御された量子ドットを利用した光デバイスの展開が期待できる。

カルコパイライト系では、CuGaS₂ の伝導制御に関する試みがなされ、p, n の伝導制御の可能性が示された。結晶成長法は MOCVD であり、さらに、励起子の光物性も検討され、この物質系における励起子分子の形成が初めて報告された(打木)。

午後は、特別講演の後、ZnO 系酸化物半導体について 5 件の講演があった。特別講演では、ZnO 系の導電制御の方法として同時ドーピングが理論的に検討され、同時ドーピングによって、ワイドギャップ半導体における導電制御の問題が解決できる可能性が示唆された(吉田)。ZnO とその関連酸化物に関しては、サファイアの A 面基板上への高品質の ZnO エピタキシが報告された(Fons)。この系は c 面上では格子ミスフィットが 18% もあり、残留格子歪みの存在、界面層近傍の結晶性の劣化などのために、高品質の結晶成長が困難であったが、こ

の報告は、A 面上へのエピタキシ成長では、これらの問題が克服できるという、興味ある研究である。このアプローチとは別に、格子整合のとれる基板上で高品質膜形成を目指す立場もあり、ZnO と格子整合のとれる ScAlMgO₄ 基板上への ZnO/(Mg, Zn)O 量子井戸の作製とその光物性評価がなされ、半値幅の狭い X 線回折と発光スペクトルが示され、高品質の量子構造の形成が示された(牧野)。GaN も ZnO と比較的格子整合の良い物質である。サファイア基板上に成長させた GaN を基板として成長した ZnO の報告がなされ、X 線回折、フォトルミネッセンス測定、反射スペクトル測定の詳細な検討から、残留格子歪みの小さな高品質の ZnO 薄膜の成長が示された。さらに、エピタキシ膜では初めての励起子分子形成も報告され、励起子デバイスの可能性が示された(高)。最後の講演は 2 件とも p 型ドーピングに関するもので、MOCVD 成長 ZnO における窒素ドーピングによる p 型伝導の実現(峰岸)、窒素と Ga の同時ドーピングによる低抵抗 p-ZnO のパルスレーザデポジションによる形成(Joeeph)であり、今後の更なる研究展開が待たれる。

以上が、本ワークショップでの研究発表の概要であるが、ワイドギャップ半導体全般をみると、GaN 系の窒化物半導体を牽引車としつつも、新しい紫外光材料である ZnO 系酸化物半導体の研究はますます盛んになっており、さらに、II-VI 族化合物、カルコパイライト、BN などの窒化物半導体、あるいはダイヤモンド系薄膜などの、いわば役者が揃いつつあるのが現状であろう。今後の展開が大いに期待できる所以である。

＜東北大学金属材料研究所ワークショップ「短波長光エレクトロニクスの展開」プログラム＞

座長：吉川明彦（千葉大）

- ・ 9:00-9:05 : Introductory Talk（八百）

＜III-V 族窒化物系＞

- ・ 9:05-9:30 : 「RF-MBE による高品質 GaN の成長と極性制御」
岸野克巳、菊池昭彦、杉原大輔、山田隆之、草部一秀、中村進一、豊浦洋祐（上智大学 理工学部）
- ・ 9:30-9:55 : 「ボロンを含む窒化物系半導体の最近の展開」
川西英雄、栗本 誠、高野隆好、山本 淳、鰐本美恵子、本田 徹（工学院大学 電子工学科）
- ・ 9:55-10:20 : 「ホットウォール法によるワイドギャップ窒化物半導体の作製」
藤安 洋、楚 樹成、石田明広、石野健英（静岡大学 工学部）
- ・ 10:20-10:35 : 休憩

座長：松本 俊（山梨大）

＜II-VI 半導体系＞

- ・ 10:35-11:00 : 「CdS を用いた新型発光素子の検討」
小林正和、北村和也、梅谷治樹、賈 岸偉、吉川明彦（千葉大工）
- ・ 11:00-11:25 : 「微傾斜基板上に作製した ZnSe/CdSe/Zn Se 単一量子井戸のエネルギー状態」
鍋谷暢一、松本 俊（山梨大）

＜カルコパイライト系＞

- ・ 11:25-11:50 : 「カルコパイライト半導体の短波長光材料としての可能性 — CuGaS₂ の伝導性制御と励起子発光特性 —」
打木久雄、飯田誠之（長岡技科大）
- ・ 11:50-13:00 : 昼食

座長：春日正伸（山梨大）

＜特別講演＞

- ・ 13:00-13:45 : 「多元素ナノチューブ・フラーレンの創製と構造解析」 板東義雄（無機材研）
- ・ 13:45-14:30 : 「第一原理計算による GaN, AlN, ZnO の新しい価電子制御法とマテリアルデザイン：予言と実験」 吉田博（阪大産研）、佐藤和則（阪大産研）、山本哲也（高知工大）
- ・ 14:30-14:45 : 休憩

座長：瀬川勇三郎（理研）

＜ZnO 系＞

- ・ 14:45-15:10 : 「Growth Mechanisms of ZnO on the a-face of Sapphire」
P. Fons, K. Iwata, K. Nakahara, A. Yamada, and S. Niki（電総研）

- ・ 15:10-15:35 : 「レーザーMBE 法を用いて ScAlMgO_4 上に成長した ZnO 薄膜および量子井戸における光学スペクトル」
牧野哲征、瀬川勇三郎 (理研 PDC)、川崎雅司、大友 明 (東工大総理工)、鯉沼秀臣 (東工大応セラ研)
 - ・ 15:35-16:00 : 「template GaN 上への ZnO のプラズマ MBE 成長」
高 恒柱、S.K. Hong、Y.F. Chen、花田 貴、牧野久雄、八百隆文 (東北大)
 - ・ 16:00-16:25 : 「CVD による p 型 ZnO 膜の結晶成長」
峰岸一典、春日正伸 (山梨大)
 - ・ 16:25-16:50 : 「Formation of P-type ZnO thin lms by Ga and N codoping (Ga、N 同時ドーピングによる p 型 ZnO 薄膜の形成)」
Dr. Mathew Joseph (大阪大)
- Closing Remark (瀬川)

3. まとめ

本年度のワークショップでは、材料サイドと物性研究に重点を置いた。幾つかの新しい研究展開の方向が明らかになった。GaN 系に関してはより紫外領域を目指す方向であり、このための材料物性研究の課題が本ワークショップでの討論を通して明らかになった。 ZnO 系に関しては、高品質 ZnO の成長をベースとして、次の段階、すなわち、ヘテロ構造の形成と導電制御が最重要課題となっ

た。導電制御に関しては、n 型伝導制御は可能であり、p 型伝導の再現性と制御が重要である。また、ヘテロ構造に関しては、 ZnO/ZnMgO 系はバンドオフセットが不十分であり、これに代わるヘテロ構造の開発が待たれる。II-VI 族系では、緑色帯、あるいは黄色帯の発光ダイオード、半導体レーザ、あるいは、紫外領域の受光センサー応用、量子ドットを利用した光記憶素子応用が今後の展開として重要になると考えられる。

IMR Information Bureau

●受賞状況 (1999.8 - 2000.6)●

ISMAM-1999 Best Poster Paper Award

日本分析化学会 1999 年有効賞	井上 明久 (教授)	1999.9.2
	高橋 三幸 (技官)	1999.9.9
日本応用磁気学会賞	藤森 啓安 (教授)	1999.10.6
	米永 一郎 (助教授)	1999.11.4
金属研究助成会 第 9 回金属材料科学助成賞	高橋 三郎 (助手)	1999.11.4
	野尻 浩之 (助教授)	1999.11.4
金属研究助成会 第 9 回金属材料科学助成賞	小椎八重 航 (助手)	1999.11.4
	西崎 照和 (助手)	1999.11.4
金属研究助成会 第 39 回原田研究奨励賞	大山 研司 (助手)	1999.11.4
	松原 英一郎 (教授)	1999.11.8
金属研究助成会 第 39 回原田研究奨励賞	松原 英一郎 (教授)	1999.11.8
	薛 其坤 (助手)	1999.11
金属研究助成会 第 39 回原田研究奨励賞	庄子 徳志 (技官)	2000.3.29
	大久保 昭 (技官)	2000.5.16
Ten Outstanding Young Scientists of Chinese Academy of Sciences in 1999		
日本金属学会 論文賞 (物性部門)		
日本金属学会 技術開発賞		
紛体粉末冶金協会 技能賞		

●教官人事異動 (1999.8 - 2000.6)●

中山 幸 仁	1999.8.16	採用	回折結晶学研究部門 講師
金 莹	1999.8.31	辞職	
松原 英一郎	1999.9.1	昇任	ランダム構造物質学研究部門 教授
河村 能 人	1999.9.1	昇任	非平衡物質工学研究部門 助教授
王 紅 梅	1999.9.15	辞職	
郭 麗 偉	1999.9.30	辞職	
高橋 弘 紀	1999.10.1	採用	強磁場超伝導材料研究センター 助手
スリター マーセル	ヘンリスカ フランシスカス		
	2000.1.1	任用更新	新素材設計開発施設 助教授
関 口 隆 史	2000.1.1	昇任	結晶欠陥物性学研究部門 助教授
高橋 英 志	2000.1.1	昇任	ランダム構造物質学研究部門 助手
宇佐美 徳 隆	2000.2.1	昇任	結晶物理学研究部門 助教授
高 廣 克 己	2000.3.1	転出	(京都工芸繊維大学)
隅 山 兼 治	2000.3.16	転出	(名古屋工業大学)
藤 森 啓 安	2000.3.31	停年退官	
花 田 黎 門	2000.3.31	停年退官	
岸 本 睦 義	2000.3.31	停年退官	
ルポーウ ケリーダイン	2000.3.31	辞職	
山 口 久	2000.3.31	定年退職	
斎 邦 明	2000.3.31	定年退職	
関 口 隆 史	2000.4.1	転出	(科学技術庁 金属材料技術研究所)
黒 田 規 敬	2000.4.1	転出	(熊本大学工学部)
宮 下 哲	2000.4.1	転出	(富山医科薬科大学医学部)
幅 崎 浩 樹	2000.4.1	転出	(北海道大学大学院)
井 上 明 久	2000.4.1	転入	非平衡物質工学研究部門 教授
穴 戸 統 悦	2000.4.1	昇任	結晶材料化学研究部門 助教授
張 涛	2000.4.1	昇任	新素材設計開発施設 助教授
呉 克 輝	2000.4.1	採用	回折結晶学研究部門 助手
ムチェドウリゼ	タイムラース ラマズ		
	2000.4.1	採用	結晶欠陥物性学研究部門 助手
平 賀 晴 弘	2000.4.1	採用	先端物性学研究部 助手
チエルホ イナ	ラマ ベンカステワラ ラオ		
	2000.4.1	採用	先端物性学研究部 助手
山 浦 真 一	2000.4.1	採用	新素材設計開発施設 助手
王 新 栄	2000.4.15	辞職	
薛 其 貞	2000.4.16	採用	回折結晶学研究部門 助手
大 野 かおる	2000.5.1	転出	(横浜国立大学工学部)
相 原 智 康	2000.5.1	転出	(群馬大学工学部)
加 藤 秀 実	2000.5.1	採用	非平衡物質工学研究部門 助手
沈 強	2000.5.1	採用	特殊耐熱材料学研究部門 助手
我 妻 和 明	2000.6.1	昇任	分析科学研究部門 教授
西 松 毅	2000.6.1	採用	合金設計制御工学研究部門 助手

[研究所と市民：付録]

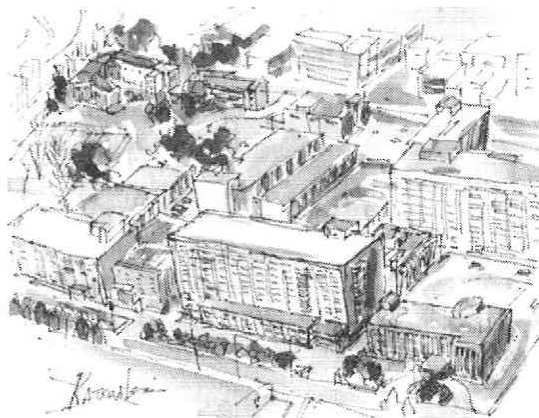
① 1999 年度一般公開パンフレットより

金研一般公開

1999年11月12日(金)・13日(土)

am10:00～pm5:00

のぞいてみよう、先端科学の世界を！
発見しよう、遙かな未来を！



東北大学 金属材料研究所

仙台市青葉区片平 2-1-1 tel.022-215-2022

もくじ

研究所のみとらず

ようこそ金属材料研究所へ

講演会のごあんない

展示のごあんない

もよおしもの

木家の野を脱ぐ。それは「クリスタル」 (中嶋研)
大きな結晶を作ってみよう！ (中嶋研)
六角形結晶を見てみよう！ (中嶋研)
五角形のししき (中嶋研)

結晶



金属

アモルファス



プラズマで創る未来材料 (花田研)
アモルファス金属から金属ガラスへ (新嘉材)
金属なのにガラス？ (井上研)
検証！でたらめな原子構造 (松原研)
地球温暖化ガスをリサイクルしよう！ (兼花田研)

半導体



神秘！ 電気で光る石 一半導体ー
シリコンの秘密 (八百研)
(末澤研)

セラミックス



セラミックスと宇宙開発および光通信 (平井研)
セラミックスで電気を作ろう！ (後藤研)

化学



いろいろな物を元素分析してみよう！ (我妻研)
金属分析ーとかす！わかる！はかる！ー (材料分析)

コンピューター



1万倍高速のコンピューターは作れるか？ (川添研)
チャレンジ！コンピューターワールド (情報広報室)

スピン

磁石



見えるスピンとチャージ (深瀬研)
身近にある磁気記録 (藤森研)
磁石ってすごいね (木河研)
磁石の力を見てみよう！ (山口研)

低温

超伝導



なんでも冷やしてみよう (極低温センター)
超伝導を感じてみよう！ (小林研)
超伝導のヒ・ミ・ツ (前川研)

放射線



放射線が作る原子の穴とは？ (松井研)
放射性廃棄物って、ゴミですか？ (塩川研)
身近な放射線を測定してみよう (α線検体実験室)
光速粒子をぶつけてみよう (長谷川研)

機器開発



おらほさ。来て見て下さい！！ (技術部 機器開発班)

資料、歴史



今が大切 (本多記念館)
英語の本を読んでみよう！ これで君も国際人 (図書)

スタンプラリー・スタンプ用紙 38

* クリスタル・サイエンス・コア

(1) 金研って何の研究してるか、知ってるかい？

金研の正式の名前は“金属材料研究所”でしょ。
だったら、金属の研究に決まってるよ。
君はそう答えるだろう。

そう、確かに、昔はそうだった。今は？

初代所長の本多光太郎博士による K S 磁石鋼の発明のお陰で
東北大学に鉄鋼研究所
英語名: Iron and Steel Research Institute (鉄と鋼の研究所)
が設立された。

そして、3 年後には、金属材料研究所
英語名: Research Institute for Iron, Steel and Other Metals
(鉄、鋼およびその他の金属のための研究所)
に生まれ変わった。

金研は
鉄鋼だけでなくアルミや銅やいろいろな金属について
たくさんの立派な研究をした。

だから、“金研 (KINKEN)” っていえば
「ああ、東北大学の金属材料研究所のことネ」って
みんなにすぐわかってもらえるほど有名になった。
研究所はどんどん大きくなった。

金研は、今や
金属から半導体やセラミックスまで
研究するようになった。

そこで、英語の名前を
Institute for Materials Research (材料研究のための研究所)
に変えた。

けれど、ニックネームの“金研 (KINKEN)” が
あまりにも有名になってしまったから
日本語の名前は
“金属材料研究所” のまま。

そのまま、そのまま、ズート、そのまま ?

ちょっとやそっとでは
変えられなくなってしまったんだ。

(2) K S 磁石鋼も超伝導体も合金だって、知ってるかい？

鋼の中に
30 から 40% のコバルト
5 から 9% のタングステン
1.5 から 5% のクロム
1% 弱の炭素を加えたもの
それが、本多博士の発明した K S 磁石鋼だ。

鋼の中に
0.2 から 1.7% の炭素を加えると
引っ張り強く、硬く、脆い鋼になる。

鋼の中に
18% のクロムと 8% のニッケルを加えると
さびない鋼 (ステンレス) になる。

ある金属に何か別の元素を加えて出来た金属を合金という。
シンチウム (真鍮)、青銅、ジュラルミン、アルマイト
私たちが日常使っている金属製品の殆どは
合金から出来ている。

合金は
混ぜ合わせる元素によって
それらの比率によって
もとの金属とちがった性質を持つ。

中世ヨーロッパの錬金術師たちは
いろいろな金属をいろいろな比率で混ぜ合わせて
黄金 (おうごん) を作ろうとした。
黄金を作り出して、大金持ちになろうとした。
千年もの長い間
たくさんの錬金術師が夢を見、努力した。
だが、とうとう黄金は だれにも作れなかった.....

近代科学は
新しい元素の発見
メンデレーエフの周期律表
物質が温度や圧力で
固相、液相、気相に変化する、その規則性
その規則性を表現する状態図などを
もたらした。

新たな性質をもった新たな合金の開発は
それら近代科学の成果を武器として
新たなスタートを切った。

そして今、金研の合金の研究は
鋼から超伝導体の開発まで
幅広い領域でいろいろな方法で進められている。

(3) 材料の研究って、どうやってするか、知ってるかい？

君たちは、
この世の中のすべての物が
原子っていう
ものすごく小さいつぶつぶ
からできているって
聞いたことがあるだろう？

同じ種類の原子からできている材料でも

規則的にきちんと並んでいるもの（結晶）が
思いきりグチャグチャなもの（アモルファス＝非晶質）かで
性質がすごく違う。

だから材料科学の研究は、まず

研究したい物質を
ちゃんとした結晶やアモルファスにすることから
始まる。

目に見えない小さな原子を

規則的に並べたり
グチャグチャにしたりするには
どうするか？

ものすごい高温（摂氏1000～3000度）でとろかす。

その後、冷まし、固める。
冷まし、固める、その時！
いろいろなウラワザを使うっていうわけなんだ。

どんなウラワザかは展示を見てのお楽しみ！

(4) 結：材料の研究って、どうやってするか、知ってるかい？

高温でとろかし、冷やし、固めたもの

それは、べらぼうな数の原子の集合体だ。

それが結晶か、アモルファスか、出来そこないか
どうしたらわかる？

まず、肉眼で見る。

もちろん、ひとつひとつの原子のつぶつぶは見えない。

だが、原子の並び方は、時に、外形に反映する。

雪の結晶
水晶など鉱物の結晶……
思い浮かべてみよう。

それら原子の集合体のもつさまざまな形は
原子の世界から人間の世界への
ひそやかなメッセージなのだ。

次に、科学の目で見る。

X線や
レーザー光や
赤外線や
電子線や……を当てる。
化学薬品を使う。
コンピューターを使う。

いろいろな方法がある。
いろいろな方法を試す。
いろいろな方法を開発する。

こうして原子の並び方や種類やその比率がわかる。

これらのデータによって

べらぼうな数の原子の集合体は
結晶か、アモルファスか、出来そこないか
その正体をあばかれる。

(5) 物性って何のことか、知ってるかい？

金研の研究は

本多博士のKS磁石鋼の磁性から始まった。

磁性のように

物質の示す性質のことを「物性」という。

現在の金研は

金属から半導体やセラミックスまで
結晶からアモルファスまで
限りなく純度の高い金属から複雑な合金まで
数えきれないほどいろいろな物質の
いろいろな物性を調べている。

たとえば

引っ張ってもちぎれにくい物質かどうか
ぶつけてもこわれにくい物質かどうか
電気を通しやすい物質かどうか
熱で膨張する物質かどうか
光を通しやすい物質かどうか
発光する物質かどうか
熱に強い物質かどうか
高圧に耐える物質かどうか
超伝導物質かどうか
放射線に強い物質かどうか

さらに、これらの物性は

どんな場合に強まるか
または弱まるか
電子やスピンの状態との関係など……。

このような研究から

人間の生活に役立つ新しい材料や
科学的な法則を見つけだす。

これが材料科学だ。

(6) 研究所は研究だけする所？

研究には

世界中のどこにも売っていない新しい装置を
工夫して作りださなければならない時がある。
本多博士は、金研に
実験装置を作るための工場を作った。
以来、そこでは
いろいろな種類の専門的なワザをもつ
多くの技術者が働いて来た。

研究の成果は主に論文として

世界中の学術雑誌に発表される。
金研の図書室には
世界中の科学者が書いた
たくさん本が集められている。
日本語の本よりも
英語の本がずーっと多い。
科学者は、それらの本を読んで研究する。

研究成果は論文だけではない。

特許や実用化した製品のこともある。

記念資料室には

製品化された研究成果が展示されている。

大きな馬蹄形のK S磁石鍋も

あるから見てごらん。

本多記念室には

本多博士の遺品を集めてある。

君も本多博士がどんなところで研究していたのか

ちょっとのぞいて見ないかい？

もしがしたら、本多博士が

君の肩をポンとたたいて

「今が大切！勉強するんだよ」って

はげましてくれる.....

そんな気がするかもしれない。

(7) 君はノストラダムスの大予言を信じるかい？

科学の未来に

希望をいただく君！

不安をいただく君！

どちらでもない君！

金研は

半導体や

放射線や

エネルギー変換材料に関する基礎研究を通じて

人類の未来に関わる

エネルギー問題や

環境問題にも

取り組んでいる。

未来は占い師や魔術師の手の内にあるのではない。

展示を見て考えて欲しい。

人類の未来は

君たち若者

ひとりひとりの未来そのもの

なのだから。

③1999 年度金研一般公開実行委員名簿

委員長

今野豊彦（平賀研）

副委員長

左近拓男（本河研）

嶋敏之（藤森研）

会計

高広克己（兼松井研）

広報・渉外

佐崎元（中嶋研）

板垣俊子

（材料分析研究コア）

ポスター

深田直樹（末澤研）

鈴木栄男（深瀬研）

嶋敏之（藤森研）

パンフレット

佐々木尚子（小林研）

相原智康（川添研）

牧野久雄（八百研）

櫻井雅樹（松原研）

島村清史（福田研）

秋山庸子（情報広報室）

ホームページ

小野瀬うた子（情報広報室）

山崎倫昭（兼花田研）

石原純夫（前川研）

東方綾（山口研）

スタンプラリー

河村能人（井上研）

山本琢也（松井研）

村山洋之介（花田研）

本間佳哉（塩川研）

中村慎太郎

（極低温科学センター）

会場準備

増本博（後藤研）

竹内章（井上研）

大砂哲（平賀研）

松田秀幸（我妻研）

案内

吉見享祐（花田研）

木村久道（新素材設計開発施設）

小山佳一（本河研）

矢戸統悦

（クリスタルサイエンスコア）

見取図・アイコン作成

佐藤和弘（情報広報室）

グループ世話人

湯蓋邦夫（長谷川研）

唐 政（長谷川研）

王新栄（平井研）

伊藤ひさ子

（クリスタルサイエンスコア）

杉山誠一（技術部）

佐藤伊佐務

（アルファ放射体実験室）

植野豊子（事務部・総務課）

川合高志（事務部・総務課）

沼田幸子（事務部・総務課）

赤坂光子（助成会）

最近発表された論文等リスト

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
<i>Non-Ferrous Metals and Alloys</i>			
33-001	Precipitation Behavior in the Early Stage of Aging in an Al-Li-Cu-Mg-Zr-Ag (Weldalite 049) Alloy	Lee K.H., Lee Y.J. and Hiraga K.	J. Mater. Res., 14[2] (1999), 384-389
33-002	Precipitation in an Al-3wt% Cu Alloy Studied by Nuclear Magnetic Resonance Measurements	Yamaguchi S., Wagatsuma F. and Shinohara T.	Philos. Mag. Lett., 79[4] (1999), 171-180
33-003	非平衡相バルクアルミニウム基合金の創製と高強度特性	井上 明久 ・ 木村 久道	軽金属 49[5] (1999), 214-221
<i>Intermetallic Compounds</i>			
33-004	Mechanical Properties of L1 ₂ Type Zn ₃ Ti-Base Alloy	Hosoda H. and Hanada S.	Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 552 (1999), KK7.9.1-7
33-005	Continuous Solid Solution of κ -Phase in the Third Period Transition Metals-Aluminum-Carbon Pseudo-Ternary Systems	Hosoda H., Suzuki K. and Hanada S.	Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 552 (1999), KK8.31.1-6
33-006	Smart Oxygen Diffusion Barrier Based on IrAl Alloy	Hosoda H., Watanabe S. and Hanada S.	Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 552 (1999), KK8.33.1-7
33-007	Acoustic Driving Effect on Radiative Decays of Excitons in ZnSe/ZnS Single Quantum Wells	Korotchenkov O.A., Yamamoto A., Goto T., Cho M.W. and Yao T.	Appl. Phys. Lett., 74[21] (1999), 1-3
33-008	Fine Structures of the Pyramidal Slip Dislocations in Ti ₃ Al Single Crystals at Temperatures of the Yield Stress Anomaly	Minonishi Y.	Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 552 (1999), KK8.17.1-7
33-009	Mechanical Properties of E2 ₁ (Mn, Fe) ₃ AlC-Base Alloys	Suzuki K., Hosoda H. and Hanada S.	Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 552 (1999), KK8.32.1-7
<i>Semimetals and Semiconductors</i>			
33-010	Dynamics of Photoexcited Carriers in ZnO Epitaxial Thin Films	Yamamoto A., Kido T., Goto T., Chen Y., Yao T. and Kasuya A.	Appl. Phys. Lett., 75[4] (1999), 469-471
33-011	Low-Threshold Optically Pumped Lasing at 444 nm at Room Temperature with High Characteristic Temperature from	Chang J.H., Cho M.W., Godo K., Makino H., Yao T., Shen M.Y.	Appl. Phys. Lett., 75[7] (1999), 894-896

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
	Be-Chalcogenide-Based Single-Quantum-Well Laser Structures	and Goto T.	
33-012	Molecular Beam Epitaxy Growth of Be-Chalcogenides and Fabrication of ZnSe/ZnMgBeSe Laser Structures	Cho M.W., Chang J.H., Koh K.W. and Yao T.	J. Cryst. Growth, 201/202 (1999), 957-960
33-013	Growth and Characterization of Hot-Wall Epitaxial InGaN Films Using Mixed (Ga+In) Source	Chu S.C., Saisho T., Fujimura K., Sakakibara S., Tanoue F., Ishino K., Ishida A., Harima H., Oka Y., Takahiro K., Chen Y.F., Yao T. and Fujiyasu H.	Jpn. J. Appl. Phys., 38[9A] (1999), 4973-4979
33-014	High-Quality InGaN Films Grown by Hot-Wall Epitaxy with Mixed (Ga+In) Source	Chu S.C., Saisho T., Fujimura K., Sakakibara S., Tanoue F., Ishino K., Ishida A., Harima H., Chen Y., Yao T. and Fujiyasu H.	Jpn. J. Appl. Phys., 38[4B] (1999), L427-L429
33-015	Growth and Time-Resolved Photoluminescence Study of Self-Organized CdSe Quantum Dots in ZnSe	Kurtz E., Sekiguchi T., Zhu Z., Yao T., Shen J.X., Oka Y., Shen M.Y. and Goto T.	Superlattices Microstruct., 25[1/2] (1999), 119-125
33-016	Fresnel Coefficients of a Rough Interface	Lérondel G. and Romestain R.	Appl. Phys. Lett., 74[19] (1999), 2740-2742
33-017	Infrared Absorption Study of a DX-Like Hydrogen-Related Center in Silicon	Markevich V.P., Suezawa M. and Murin L.I.	Mater. Sci. Eng., B58 (1999), 104-107
33-018	Interaction of Hydrogen (Deuterium) Molecules with Interstitial Oxygen Atoms in Silicon	Markevich V.P., Suezawa M. and Murin L.I.	Mater. Sci. Eng., B58 (1999), 26-30
33-019	Equilibrium Phase Diagrams for Stranski-Krastanov Structure Mode of III-V Ternary Quantum Dots	Nakajima K.	Jpn. J. Appl. Phys., 38 (1999), 1875-1883
33-020	Thickness-Composition Diagrams of Stranski-Krastanov Mode in the GaPSb/GaP and InGaAs/GaAs Systems	Nakajima K.	J. Cryst. Growth, 203 (1999), 376-386
33-021	Stable Structures of Stranski-Krastanov Mode in the GaPSb/GaP System	Nakajima K., Miyashita S., Sazaki G. and Ujihara T.	Extended Abstracts of the 18th Electronic Materials Symp., Kii-Shirahama, (1999), 133-134

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
33-022	Phase Diagrams and Stable Structures of Stranski-Krastanov Structure Mode for III-V Ternary Quantum Dots	Nakajima K., Ujihara T., Miyashita S. and Sazaki G.	J. Korean Assoc. Cryst. Growth, 9[4] (1999), 387-395
33-023	Composition Dependence of Phonon Wavenumbers in $\text{Zn}_{1-x}\text{Be}_x\text{Se}$ Alloys	Oh H., Yoo K.H., Cho M.W. and Yao T.	J. Korean Phys. Soc., 35[2] (1999), 92-94
33-024	H_2 -Related Defects in Si Quenched in H_2 Gas Studied by Optical Absorption Measurements	Suezawa M.	Jpn. J. Appl. Phys., 38 (1999), L484-L486
33-025	Hydrogen-Point Defect Complexes in Electron-Irradiated C-Doped and High-Purity Si	Suezawa M.	Jpn. J. Appl. Phys., 38 (1999), L608-L610
33-026	Mesoparticle Buried in Semiconductor -Silicon in Gallium Arsenide-	Suezawa M.	Mesoscopic Materials and Clusters, ed. by T. Arai, et al., (Kodansha), (1999), 83-92
33-027	Temperature Dependence of the Optical Absorption Peaks at around 1990 cm^{-1} in Electron-Irradiated Si Doped with Hydrogen	Suezawa M.	Jpn. J. Appl. Phys., 38 (1999), 3632-3633
33-028	The Formation of H_2^+ by Electron-Irradiation of Hydrogenated Si	Suezawa M.	Jpn. J. Appl. Phys., 38 (1999), L758-L760

Refractory Materials and Ceramics

33-029	Preparation and Corrosion Resistance of Graded Glass Coating on PbTe	Chen L., Goto T., Tu R., Guo C.G. and Hirai T.	Mater. Sci. Forum, 308-311 (1999), 256-261
33-030	Effect of Reduction Ratio of Hot-Extrusion on Microstructures of Superplastic Si_3N_4 whisker / Al-Mg-Si Alloy Composites Studied by Transmission Electron Microscopy	Jeong H.G., Hiraga K., Mabuchi M. and Higashi K.	Mater. Trans., JIM, 40[8] (1999), 842-845
33-031	Diffuse Scattering due to Anisotropic Phonon Softening in Ferroelastic Compounds NdNbO_4 and LaNbO_4	Kuroiwa Y., Aoyagi S., Shobu T., Nozawa K., Tsunekawa S. and Noda Y.	Jpn. J. Appl. Phys., 38[Suppl. 38-1] (1999), 600-603
33-032	Effect of Oxygen on Yield Stress and Slip Plane in Nb, Nb-Ta and Nb-Mo Single Crystals	Miura E., Yoshimi K. and Hanada S.	Mater. Trans., JIM, 40[5] (1999), 365-368
33-033	Microtexture of Shock Reaction Products of Niobium and Silica Mixtures	Murao R., Kikuchi M., Fukuoka K., Aoyagi E.,	J. Mater. Res., 14[7] (1999), 3169-3174

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
33-034	ガラス被覆したPbTeの耐酸化性に及ぼすガラス組成の影響	Atou T. and Syono Y. 陳 立東 ・ 塗 溶 後藤 孝 ・ 平井 敏雄	日本セラミックス協会学術論文誌 107[6] (1999), 591-594
33-035	UT-3水素製造プロセスにおける耐熱合金の高温腐食と防食	後藤 孝	まてりあ 38[3] (1999), 198-202
33-036	白金およびイリジウムを被覆した耐熱合金の酸素-酸素雰囲気での高温腐食	後藤 孝 ・ 佐々木拓也 平井 敏雄	日本金属学会誌 63[4] (1999), 454-460

Organic Materials

33-037	^2D - and ^1H -NMR in $\alpha-(\text{h}_8\text{-ET})_2\text{ND}_4\text{Hg}(\text{SCN})_4$ and $\alpha-(\text{d}_8\text{-ET})_2\text{NH}_4\text{Hg}(\text{SCN})_4$	Endo S., Goto T., Fukase T., Uozaki H., Okamoto K., Yamaguchi M. and Toyota N.	Synth. Met., 103 (1999), 2073-2074
33-038	Lattice Parameters of $\alpha-(\text{h}_8\text{-ET})_2\text{NH}_4\text{Hg}(\text{SCN})_4$ and $\alpha-(\text{h}_8\text{-ET})_2\text{ND}_4\text{Hg}(\text{SCN})_4$	Endo S., Watanabe Y., Uozaki H., Okamoto K., Yamaguchi., Masanori., Goto T., Fukase T. and Toyota N.	Synth. Met., 103 (1999), 2075
33-039	Temperature Dependence of Electronic Optical Absorption in $(\text{NMe}_4^+ \cdot \text{TCNQ}^-)_2\text{TCNQ}$	Kuroda N., Hasanudin..., Sugimoto T., Ueda K., Kohama M. and Toyota N.	Synth. Met., 103 (1999), 2327-2328
33-040	Collisional Coalescence of Photoexcited Midgap States in an MX Chain Compound	Kuroda N., Tabata Y., Nishida M. and Yamashita M.	Phys. Rev. B, 59 (1999), 12973-12976
33-041	Vibrational Analysis of a Trans-Polyacetylene Chain	Miao J., Wu C.Q., Sun X., Fu R.T., Li Z.Q. and Kawazoe Y.	Synth. Met., 101 (1999), 314-315
33-042	High Field Hall Effect in $(\text{DMET-TSeF})_2\text{AuCl}_2$	Oshima K., Sasaki T., Motokawa M., Aonuma S. and Kato R.	Synth. Met., 103 (1999), 1917-1918
33-043	Spin Splitting at the High-Magnetic-Field Phase Transition of the Organic Conductor $\alpha-(\text{BEDT-TTF})_2\text{KHg}(\text{SCN})_4$	Sasaki T. and Fukase T.	Phys. Rev. B, 59[21] (1999), 13872-13877
33-044	Spin-Splitting-Zero Conditions in Magnetic Phases of $\alpha-(\text{BEDT-TTF})_2\text{KHg}(\text{SCN})_4$	Sasaki T. and Fukase T.	Synth. Met., 103 (1999), 1946
33-045	Seebeck and Nernst Effects in the Mixed State of $\kappa-(\text{BEDT-TTF})_2\text{Cu}(\text{NCS})_2$	Sasaki T., Ozawa H., Koakutsu M. and Fukase T.	Synth. Met., 103 (1999), 1944-1945

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
33-046	Computer Simulation of Decay Kinetics of Solitons and Polarons in Linear Chain Lattices	Tabata Y. and Kuroda N.	Synth. Met., 101 (1999), 329-330
33-047	First-Principles Determination of Possible Geometries in Cis-Polyacetylene	Wu C.Q. and Kawazoe Y.	Synth. Met., 101 (1999), 507-508
33-048	Symmetry Change in the Angular Dependence of Magnetoresistance of the Two-Dimensional Organic Conductor, τ -(EDO-S, S-DMEDT-TTF) ₂ (AuBr ₂) ₁ (AuBr ₂) _y , ($y \sim 0.75$)	Yoshino H., Iimura K., Sasaki T., Oda A., Papavassiliou G.C. and Murata K.	J. Phys. Soc. Jpn., 68[1] (1999), 177-180
33-049	Magnetic Nature of τ -(EDO-S, S-DMEDT-TTF) ₂ (AuBr ₂) ₁ (AuBr ₂) _y , ($y \sim 0.75$)	Yoshino H., Murata K., Sasaki T., Iimura K., Oda A. and Papavassiliou G.C.	Synth. Met., 103 (1999), 2010-2011

Biomaterials

33-050	Biosorption of Actinides from Dilute Waste Actinide Solution by Egg-Shell Membrane	Ishikawa S., Suyama K. and Satoh I.	Appl. Biochem. Biotechnol., 77-79 (1999), 521-533
33-051	Low Energy Dynamics of Globular Proteins Studied by Inelastic Neutron Scattering	Kataoka M., Kamikubo H., Yunoki J., Tokunaga F., Kanaya T., Izumi Y. and Shibata K.	J. Phys. Chem. Solids, 60 (1999), 1285-1289

Magnetic Materials and Electronic Materials

33-052	Characterization of Co-Al-O Magnetic Thin Films by Combined Use of XPS, XRD and EPMA	Asami K., Mitani S., Fujimori H., Ohnuma S. and Masumoto T.	Surf. Interface Anal., 28 (1999), 250-253
33-053	Redistribution of Zr and Ga in Nd ₂ Fe ₁₄ B-Based Magnets during the Hydrogen Disproportionation Desorption Recombination Process: An X-Ray Absorption Fine Structure Study	Ashfaq A., Matsuura M., Ikuta N. and Sakurai M.	J. Appl. Phys., 85[8] (1999), 5681-5683
33-054	Transition between Two Ferromagnetic States Driven by Orbital Ordering in La _{0.88} Sr _{0.12} MnO ₃	Endoh Y., Hirota K., Ishihara S., Okamoto S., Murakami Y., Nishizawa A., Fukuda T., Kimura H., Nojiri H., Kaneko K. and Maekawa S.	Phys. Rev. Lett., 82[21] (1999), 4328-4331
33-055	Roles of Orbitals in Transition Metal Oxides	Endoh Y., Hirota K., Murakami Y., Nojiri H., Ishihara S., Maekawa S.,	Springer Ser. Solid-State Sci., 125 (1999), 69-83

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
		Kimura H., Fukuda T. and Okamoto S.	
33-056	Field Induced Transition from Metal to Insulator in the Colossal Magneto-Resistance Manganites	Endoh Y., Nojiri H., Kaneko K., Hirota K., Fukuda T., Kimura H., Murakami Y., Ishihara S., Maekawa S., Okamoto S. and Motokawa M.	Mater. Sci. Eng., B63 (1999), 151-158
33-057	Sound Velocity Anomaly at around $X \sim 1/8$ in $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$	Fujishiro H., Fukase T., Ikebe M. and Kikuchi T.	J. Phys. Soc. Jpn., 68[5] (1999), 1469-1472
33-058	Epitaxial Growth of Mn_3O_4 Film on $\text{MgO}(001)$ Substrate by Plasma-Assisted Molecular Beam Epitaxy (MBE)	Guo L.W., Ko H.J., Makino H., Chen Y.F., Inaba K. and Yao T.	J. Cryst. Growth, 205 (1999), 531-536
33-059	Effects of Spin-Flip and Magnon-Inelastic Scattering on Tunnel Magnetoresistance	Inoue J. and Maekawa S.	J. Magn. Magn. Mater., 198-199 (1999), 167-169
33-060	Theory of Anomalous X-Ray Scattering in a Variety of Orbital Ordered Manganites	Ishihara S. and Maekawa S.	Springer Ser. Solid-State Sci., 125 (1999), 84-94
33-061	Theory of Orbital Orderings and Excitations in Perovskite Manganites —Their Observation by Resonant X-Ray Scattering—	Ishihara S. and Maekawa S.	Jpn. J. Appl. Phys., 38[Suppl. 38-1] (1999), 400-403
33-062	NMR Study of ^{55}Mn and ^{59}Co in MnCoGe	Kanomata T., Ishigaki H., Sato K., Sato M., Shinohara T., Wagatsuma F. and Kaneko T.	J. Magn. Soc. Jpn., 23[1-2] (1999), 418-420
33-063	NMR and X-Ray (100) and (110) Diffraction Lines in L_{21} -Type Fe_2VSi	Kawakami M., Yamaguchi K. and Shinohara T.	J. Phys. Soc. Jpn., 68[6] (1999), 2128-2131
33-064	Syntheses and Magnetic Properties of $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_y$ ($0.5 \leq x \leq 1.0$) Perovskite	Kikuchi K., Chiba H., Kikuchi M. and Syono Y.	J. Solid State Chem., 146 (1999), 1-5
33-065	Motion of Holes in Two-Dimensional Ferromagnetic Manganites: Comparison with High T_c Cuprates	Koshibae W. and Maekawa S.	Physica C, 317-318 (1999), 205-210
33-066	Effects of B on Magnetic and Magnetostrictive Properties of Tb-Fe Thin Films	Lim S.H., Choi Y.S., Han S.H., Kim H.J., Shima T. and Fujimori H.	J. Magn. Soc. Jpn., 23[1-2] (1999), 537-542

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
33-067	Structure Change in Sm-Fe-B-Ti Permanent Magnet Materials Induced by HDDR Process	Liu Z., Ohsuna T., Hiraga K. and Tobise M.	J. Alloys Compd., 288 (1999), 277-285
33-068	Two Ferromagnetic States in Magnetoresistive Manganites -First Order Transition Driven by Orbitals-	Maekawa S., Ishihara S. and Okamoto S.	Physics of Manganites, ed. by Kaplan and Mahanti, Kluwer Academic, (1999), 57-70
33-069	Effects of Decomposition on the Magnetic Property of Shock-Consolidated $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_x$ Bulk Magnets	Mashimo T., Huang X., Hirose S., Makita K., Mitsudo S. and Motokawa M.	J. Mater. Process. Technol., 85 (1999), 138-141
33-070	Synthesis and Structure Change of $\text{Ba}_{1-x}\text{Bi}_x\text{MnO}_3$	Matsumoto S., Faqir H., Chiba H., Kikuchi M. and Syono Y.	Mater. Lett., 39 (1999), 36-41
33-071	Structure and Magnetic Properties of Nd-Fe-B Films	Mizutani N., Okuda T., Nakanishi A., Nishiyama J., Motokawa M., Wang Z. J., Adachi N. and Ohsato H.	J. Magn. Soc. Jpn., 23[1-2] (1999), 297-299
33-072	Layered Antiferromagnetic State in $(\text{Nd}_{1-z}\text{La}_z)\text{Sr}_2\text{Mn}_2\text{O}_7$	Moritomo Y., Nakamura A., Ohoyama K., Ohashi M. and Hirota K.	J. Phys. Soc. Jpn., 68[2] (1999), 631-636
33-073	Charge Ordering in $\text{Bi}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ ($x \geq 0.75$) Studied by Electron-Energy-Loss Spectroscopy	Murakami Y., Shindo D., Chiba H., Kikuchi M. and Syono Y.	Phys. Rev. B, 59[9] (1999), 6395-6399
33-074	Preparation of $\alpha\text{-MnO}_2$ with an Open Tunnel	Muraoka Y., Chiba H., Atou T., Kikuchi M., Hiraga K., Syono Y., Sugiyama S., Yamamoto S. and Grenier J. C.	J. Solid State Chem., 144 (1999), 136-142
33-075	NMR of ^{31}P in CrRuP	Nishihara H., Sato K., Suzuki N., Kanomata T., Strijkers G. J., de Jonge W. J., Wagatsuma F. and Shinohara T.	J. Magn. Soc. Jpn., 23[1-2] (1999), 433-435
33-076	Crystal Field Splitting in the Heavy Fermion Compounds Ce_2X ($\text{X}=\text{Sb}, \text{Bi}$)	Ohoyama K., Hayashi H., Onodera H., Ohashi M., Yamaguchi Y., Kohgi M., Suzuki T., Hirota K. and Ikeda S.	J. Phys. Chem. Solids, 60 (1999), 1189-1191

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
33-077	Magnetic Excitations in the Kondo Compound CeRhSb	Ohoyama K., Kohgi M., Yoshino T., Takabatake T., Hahn W. and Eccleston R. S.	Physica B, 259-261 (1999), 283-284
33-078	Spin-Glass Behaviour, Thermal Expansion Anomaly and Spin Fluctuations in $\text{Y}_{20}(\text{Mn}_{1-x}\text{Fe}_x)_{80}$ Amorphous Alloys	Ohta M., Fujita A., Fukamichi K., Obi Y. and Fujimori H.	J. Phys.: Condens. Matter, 11 (1999), 4053-4062
33-079	Characterization of Ferroelectric $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ Thin Films Prepared from Alkoxide Solutions	Ono S., Sakakibara A., Osaka T., Koiwa I., Mita J. and Asami K.	J. Electrochem. Soc., 146[2] (1999), 685-690
33-080	Short-Range Spin Order and Magnetic Excitations in Diluted Magnetic Semiconductor $\text{Zn}_{0.568}\text{Mn}_{0.432}\text{Te}$	Ono Y., Shamoto S., Sato K., Kamiya T., Sato T., Oka Y., Yamaguchi Y., Ohoyama K., Morii Y. and Kajitani T.	J. Phys. Chem. Solids, 60 (1999), 1253-1255
33-081	Hydrogen in $\beta\text{-ZrNiCl}$	Shamoto S., Iizawa K., Kato T., Yamada M., Yamanaka S., Ohoyama K., Ohashi M., Yamaguchi Y. and Kajitani T.	J. Phys. Chem. Solids, 60 (1999), 1511-1513
33-082	Structural Study on Novel Two-Dimensional Superconductor Na_xHfNiCl	Shamoto S., Iizawa K., Yamada M., Ohoyama K., Yamaguchi Y. and Kajitani T.	J. Phys. Chem. Solids, 60 (1999), 1431-1433
33-083	Magnetism of CaNiN	Shamoto S., Kato T., Ohoyama K., Ohashi M., Yamaguchi Y. and Kajitani T.	J. Phys. Chem. Solids, 60 (1999), 1157-1160
33-084	Differences in Optical Conductivity between One- and Two-Dimensional Doped Nickelates	Tsutsui K., Koshibae W. and Maekawa S.	Phys. Rev. B, 59[15] (1999), 9729-9732
33-085	Multi-Magnetic-Mode in $(\text{Cr}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{As}$	Yamaguchi Y., Ohoyama K., Kanouchi T., Ohashi M. and Ishimoto K.	J. Phys. Chem. Solids, 60 (1999), 1229-1231
33-086	アモルファス及びナノ構造磁性材料	藤森 啓安 ・ 三谷 誠司	金属 69[8] (1999), 714-721
33-087	遷移金属酸化物の物理 (その5)	前川 禎通	固体物理 34[9] (1999), 747-751
33-088	残存アモルファス相を含む $\alpha\text{Fe}/\text{NdFeB}$ 系ナノコンポジット合金の磁気特性	山崎 実 ・ 水口 博崇 浜野 正昭 ・ 山元 洋 井上 明久	電気学会論文誌 A 119[6] (1999), 790-795

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
<i>Superconductors</i>			
33-089	Melt Textured Process for YBCO in High Magnetic Fields	Awaji S., Watanabe K., Motokawa M., Kuramochi., Akira.,., Fukase T. and Kimura K.	IEEE Trans. Appl. Supercond., 9 (1999), 2014-2017
33-090	Processing of Ag-Doped Bi2212 Bulks in High Magnetic Fields: A Strong Correlation between Degree of Texture and Field Strength	Chen W.P., Maeda H., Kakimoto K., Zhang P.X., Watanabe K. and Motokawa M.	Physica C, 320 (1999), 96-100
33-091	Textured Crystal Growth of Bi(Pb)2212 Bulk Ceramics in High Magnetic Field	Chen W.P., Maeda H., Kakimoto K., Zhang P.X., Watanabe K., Motokawa M., Kumakura H. and Itoh K.	J. Cryst. Growth, 204 (1999), 69-77
33-092	Crystal Growth of (Bi,Pb) ₂ Sr ₂ CaCu ₂ O _z and Their Superconducting Properties	Faqir H., Mansori M., Kikuchi M., Syono Y., Satre P. and Sebaoun A.	Proc. 11th Int. Symp. Superconductivity (ISS '98) ed. by N. Kashizuka and S. Tajima, 1998, (1999), 435-438
33-093	Ultrasonic and Phonon Thermal Transport Studies on YBa ₂ Cu ₃ O _{7-δ} Oxide Superconductors	Fujishiro H., Ikebe M. and Fukase T.	Proc. 9th Cimtec-World Forum on New Materials Symp. VI: Science and Engineering of HTC Superconductivity, ed. by P. Vincenzini, (1999), 437-444
33-094	Critical Current Density of Both F and Cl Doped Filamentary Hg1223 Superconductors	Goto T., Shimizu T. and Watanabe K.	IEEE Trans. Appl. Supercond., 9 (1999), 1775-1778
33-095	Microstructures and Flux Pinning Properties in Nb ₃ Al Tapes by Ohmic-Heating Method	Harada N., Taira H., Osaki K., Tada N., Iwaki G. and Watanabe K.	IEEE Trans. Appl. Supercond., 9 (1999), 1429-1432
33-096	Relation between Superconductivity and Oxidation State Pb of (Pb,Cu)Sr ₂ (Ca,Y)Cu ₂ O _y and (Pb,Cu)(Sr,La) ₂ CuO _y Studied by Chemical Analysis and XPS Measurements	Kikuchi M., Nagoshi M., Shida M., Kanehashi K. and Syono Y.	Proc. 11th Int. Symp. Superconductivity (ISS '98), ed. by N. Koshizuka and S. Tajima, 1998, (1999), 415-418
33-097	Critical Current Density of Filamentary Nd123 Superconductor by Solution Spinning Method	Kimura T., Goto T. and Watanabe K.	IEEE Trans. Appl. Supercond., 9 (1999), 2101-2104
33-098	Effect of MgO, Ag ₂ O, PtO ₂ Particles on	Lu X., Nagata A.,	Proc. 11th Int. Symp.

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
	the Microstructure and Superconducting Properties of Ag Sheathed (Bi, Pb)-2223 Tapes	Yasuda M., Sugawara K., Kamada S., Nagano M., Sudoh S. and Hanada S.	Superconductivity (ISS '98), ed. by N. Koshizuka and S. Tajima, 1998, (1999), 843-846
33-099	Microstructures and Properties of Bi2212 Tapes and Bulks Grown in High Magnetic Field	Maeda H., Chen W.P., Kakimoto K., Zhang P.X., Watanabe K., Motokawa M., Kitaguchi H., Kumakura H. and Itoh K.	Proc. 11th Int. Symp. Superconductivity (ISS '98), ed. by N. Koshizuka and S. Tajima, 1998, (1999), 823-826
33-100	Effect of V, Ir-Doping on the J_c Properties of Bi2223 Tapes	Maeda H., Kakimoto K., Kikuchi M., Watanabe K., Tanaka Y. and Kumakura H.	IEEE Trans. Appl. Supercond., 9 (1999), 2541-2544
33-101	Doping Dependence of Electronic Excitations in High T_c Superconducting Cuprates	Maekawa S., Tohyama T. and Shibata Y.	Mater. Sci. Eng., B63 (1999), 159-162
33-102	A New Single Crystal Growth Method of (Bi,Pb) ₂ Sr ₂ CaCu ₂ O _z Superconductor	Mansori M., Faqir H., Satre P., Bendriss A., Syono Y. and Sebaoun A.	J. Cryst. Growth, 197 (1999), 141-146
33-103	Effects of Iodine Intercalation on the Structural and Superconducting Properties of Bi ₂ Sr _{2-x} Ln _x CuO _z (Ln=Nd and Sm) Compound	Muraoka Y., Kikuchi M., Hiroi M., Kobayashi N., Hiraga K. and Syono Y.	Proc. 11th Int. Symp. Superconductivity (ISS '98), ed. by N. Koshizuka and S. Tajima, 1998, (1999), 431-434
33-104	New Growth Method of Oxide Crystals by PO ₂ Change Applied to SmBa ₂ Cu ₃ O _x Single Crystals	Nishimura Y., Miyashita S., Durbin S.D., Nakada T., Sazaki G. and Komatsu H.	J. Cryst. Growth, 205 (1999), 503-509
33-105	Superconducting Transition Temperature and Dimensional Crossover in Nb/Co and V/Co Multilayers	Obi Y., Ikebe M., Wakou H. and Fujimori H.	J. Phys. Soc. Jpn., 68[8] (1999), 2750-2754
33-106	Fermi Surface Properties and de Haas-van Alphen Oscillation in Both the Normal and Superconducting Mixed States of URu ₂ Si ₂	Ohkuni H., Inada Y., Tokiwa Y., Sakurai K., Settai R., Honma T., Haga Y., Yamamoto E., Onuki Y., Yamagami H., Takahashi S. and Yanagisawa T.	Philos. Mag. B, 79[7] (1999), 1045-1077
33-107	Development of Nb-Ti-Ta Ternary Alloy Multifilamentary Superconducting Wire	Shimada T., Wada K., Meguro S., Murase S., Nakayama S., Orikasa T.,	IEEE Trans. Appl. Supercond., 9 (1999), 1731-1734

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
		Makishima K., Watanabe K., Tsuchiya K., Yamamoto A., Nakamoto T. and Shintomi T.	
33-108	Cryocooled Large Bore Superconducting Magnet for a Hybrid Magnet System Employing Highly Strengthened (Nb,Ti) ₃ Sn Wires with CuNb Stabilizer	Watanabe K., Awaji S., Motokawa M., Iwasaki S., Goto K., Sadakata N., Saito T., Watazawa K., Jikihara K. and Sakuraba J.	IEEE Trans. Appl. Supercond., 9 (1999), 440-443
33-109	Magnetization Properties for YBa ₂ Cu ₃ O ₇ Bulk Fabricated by Seed Process in High Magnetic Fields	Watanabe K., Awaji S., Kuramochi A., Fukase T., Kimura K. and Motokawa M.	Proc. 11th Int. Symp. Superconductivity (ISS '98), ed. by N. Koshizuka and S. Tajima, 1998, (1999), 653-656
33-110	Advanced (Nb,Ti) ₃ Sn Superconducting Wire with Highly Strengthened and Good Conductive CuNb Composite Stabilizer	Watanabe K., Motokawa M., Onodera T., Noto K., Katagiri K. and Saito T.	Mater. Sci. Forum, 308-311 (1999), 561-566
33-111	15T冷凍機冷却型超伝導マグネットの開発	三上 行雄 ・ 櫻庭 順二 渡澤 恵一 ・ 渡辺 和雄 淡路 智	低温工学 34[5] (1999), 200-205
33-112	ヘリウムフリー超伝導磁石	渡辺 和雄	丸善実験物理学講座 2, 基礎技術II: 実験環境技 術 (1999), 134-150
33-113	液体ヘリウムフリー超伝導マグネット	渡辺 和雄	低温工学 34[5] (1999), 179-187
33-114	超伝導磁石	渡辺 和雄	丸善実験物理学講座 2, 基礎技術II: 実験環境技 術 (1999), 104-134

Nuclear Materials

33-115	How Accurate the First-Principles Calculations Can Be Applied to Nuclear Reactor Materials Research?	Kawazoe Y., Ohno K., Shiga K., Kamiyama H., Tang Z., Hasegawa M. and Matsui H.	Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. B, 153 (1999), 77-86
33-116	Preparation of High Purity Uranium and Neptunium Metals by Electrolysis of the Aqueous Solutions	Shiokawa Y., Hasegawa K. and Suzuki K.	JJAP Series 11: Physics of Strongly Correlated Electron Systems, (1999), 272-274

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
<i>Composite Materials</i>			
33-117	Recent and Prospective Development of Functionally Graded Materials in Japan	Hirai T. and Chen L.	Mater. Sci. Forum, 308-311 (1999), 509-514
33-118	The Effect of Deformation Temperature on Microstructure and Superplastic Flow in Al-Cu-Mg/Si ₃ N ₄ p Composites	Jeong H.G., Hiraga K., Mabuchi M. and Higashi K.	Mater. Trans., JIM, 40[4] (1999), 358-361
33-119	In-situ Production and Microstructures of Iron Aluminide/TiC Composites	Ko S.H. and Hanada S.	Intermetallics, 7 (1999), 947-955
33-120	Thermoelectric Properties of B ₄ C-SiB _n (n=4, 6, 14) In-situ Composites	Li J.H., Goto T. and Hirai T.	Mater. Trans., JIM, 40[4] (1999), 314-319
33-121	Pure WC/Mo Functionally Graded Materials	Omori M., Kakita T., Okubo A. and Hirai T.	Mater. Sci. Forum, 308-311 (1999), 53-58
33-122	Change in the Short Range Order in the Al- γ -MnOOH Mixed System by Mechanical Stressing	Sekino S., Isobe T., Senna M., Shinohara T., Wagatsuma F., Sumiyama K. and Suzuki K.	Mater. Sci. Forum, 312-314 (1999), 363-368; J. Metastable Nanocryst. Mater., 2-6 (1999), 363-368
33-123	Microstructure Inhomogeneity in Al ₂ O ₃ Sintered Bodies Formed during the Plasma-Activated Sintering Process	Wang S., Chen L., Hirai T. and Kang Y.S.	J. Mater. Sci. Lett., 18 (1999), 1119-1121
<i>Amorphous Materials and Quasicrystals</i>			
33-124	Preparation of New Ni-Based Amorphous Alloys with a Large Supercooled Liquid Region	Akatsuka R., Zhang T., Koshiba H. and Inoue A.	Mater. Trans., JIM, 40[3] (1999), 258-261
33-125	Fracture Behavior of a Nanocrystallized Zr ₆₅ Cu ₁₅ Al ₁₀ Pd ₁₀ Metallic Glass	Chen M.W., Inoue A., Fan C., Sakai A. and Sakurai T.	Appl. Phys. Lett., 74[15] (1999), 2131-2133
33-126	Impurity Oxygen Redistribution in a Nanocrystallized Zr ₆₅ Cr ₁₅ Al ₁₀ Pd ₁₀ Metallic Glass	Chen M.W., Inoue A., Sakurai T., Ping D.H. and Hono K.	Appl. Phys. Lett., 74[6] (1999), 812-814
33-127	Inelastic Neutron Scattering Study of the Dynamics of the AlNiCo Decagonal Phase	Dugain F., de Boissieu M., Shibata K., Currat R., Sato T.J., Kortan A.R., Suck J.B., Hradil K., Frey F. and Tsai A.P.	Eur. Phys. J. B, 7 (1999), 513-516
33-128	Morphological and Structural Studies of Amorphous Fe ₅₀ W ₅₀ Alloy Powder Prepared by Ball Milling	El-Eskandarany M.S., Sumiyama K. and Suzuki K.	Proc. Hyuga Hosai Mem. Int. Symp. Recent Progress in Iron

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
			Powder Metallurgy, (1999), 210-215
33-129	Rotating Bending Fatigue Behavior of Quasicrystal-Reinforced Al Alloys	Haas V., Cho M. I., Ishii H. and Inoue A.	Mater. Sci. Forum, 307 (1999), 203-209
33-130	Electronic Structure and Electrical Properties of Amorphous OsO ₂	Hayakawa Y., Kohiki S., Arai M., Yoshikawa H., Fukushima S., Wagatsuma K., Oku M. and Shoji F.	Phys. Rev. B, 59[17] (1999), 11125-11127
33-131	Atom Clusters in a 2/1 Cubic Approximant Phase for Understanding the Structures of Icosahedral Phases	Hiraga K.	Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 553 (1999), 107-116
33-132	Bulk Amorphous Alloys	Inoue A.	Non-equilibrium Processing of Materials, ed. by C. Suryanarayana, Pergamon, (1999), 375-415
33-133	Bulk Amorphous Alloys Practical Characteristics and Applications	Inoue A.	Mater. Sci. Found., 6 (1999), 1-148
33-134	Stabilization and High Strain-Rate Superplasticity of Metallic Supercooled Liquid	Inoue A.	Mater. Sci. Eng., A267 (1999), 171-183
33-135	Synthesis and Properties of Ti-Based Bulk Amorphous Alloys with a Large Supercooled Liquid Region	Inoue A.	Mater. Sci. Forum, 312-314 (1999), 307-314
33-136	High Elevated-Temperature Strength of Al-Based Nanoquasicrystalline Alloys	Inoue A. and Kimura H. M.	Nanostruct. Mater., 11[2] (1999), 221-231
33-137	New Fe-Based Amorphous Alloys with Large Magnetostriiction and Wide Supercooled Liquid Region before Crystallization	Inoue A. and Zhang W.	J. Appl. Phys., 85[8] (1999), 4491-4493
33-138	High-Frequency Permeability of (Fe, Co, Ni) ₆₂ Nb ₈ B ₃₀ Amorphous Alloys with a Wide Supercooled Liquid Region	Itoi T. and Inoue A.	Appl. Phys. Lett., 74[17] (1999), 2510-2512
33-139	Thermal Stability and Soft Magnetic Properties of Fe-Nb-B Amorphous Alloys with High Boron Concentrations	Itoi T. and Inoue A.	Mater. Trans., JIM, 40[7] (1999), 643-647
33-140	Superplasticity in Pd ₄₀ Ni ₄₀ P ₂₀ Metallic Glass	Kawamura Y., Nakamura T. and Inoue A.	Mater. Sci. Forum, 304-306 (1999), 349-354

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
33-141	Stress Overshoot in Stress-Strain Curves of $Zr_{65}Al_{10}Ni_{10}Cu_{15}$ Metallic Glass	Kawamura Y., Shibata T., Inoue A. and Masumoto T.	Mater. Trans., JIM, 40[4] (1999), 335-342
33-142	Fe-Based Soft Magnetic Amorphous Alloys with a Wide Supercooled Liquid Region	Koshiba H., Inoue A. and Makino A.	J. Appl. Phys., 85[8] (1999), 5136-5138
33-143	Formation of Nanocrystalline Nuclei in the Amorphous Phase of $Ge_{55}Al_{30}Cr_{10}Y_5$ Alloy	Louzguine D.V. and Inoue A.	Mater. Lett., 39 (1999), 211-214
33-144	Ge-Al-Cr-La Amorphous Alloys Containing Crystalline-Like Zones	Louzguine D.V. and Inoue A.	Nanostruct. Mater., 11[1] (1999), 115-123
33-145	Production of $Si_{55}Al_{20}Fe_{10}Ni_5Cr_5Zr_5$ Bulk Amorphous Alloy by Hot Pressing	Louzguine D.V., Kawamura Y. and Inoue A.	Mater. Sci. Technol., 15 (1999), 583-585
33-146	Anisotropic Thermal Transport of 2D Quasicrystals of Decagonal Al-Ni-Co System	Matsukawa M., Yoshizawa M., Noto K., Yokoyama Y. and Inoue A.	Physica B, 263-264 (1999), 146-148
33-147	Low Core Losses and Soft Magnetic Properties of Fe-Al-Ga-P-C-B-Si Glassy Alloy Ribbons with Large Thicknesses	Mizushima T., Makino A., Yoshida S. and Inoue A.	J. Appl. Phys., 85[8] (1999), 4418-4420
33-148	Supercooling Investigation and Critical Cooling Rate for Glass Formation in Pd-Cu-Ni-P Alloy	Nishiyama N. and Inoue A.	Acta Mater., 47[5] (1999), 1487-1495
33-149	Magnetic Properties of Amorphous Mn-Y Alloys	Obi Y., Murayama S., Azuma A., Fujimori H. and Rao K.V.	J. Magn. Magn. Mater., 202 (1999), 505-513
33-150	Superplastic Behavior and Microstructure in Amorphous $La_{55}Al_{25}Ni_{20}$ Alloy	Ohkubo T., Hiroshima T., Ochiai S., Hirotsu Y., Fujitani W., Umakoshi Y. and Inoue A.	Mater. Sci. Forum, 304-306 (1999), 361-366
33-151	Relaxation Phenomena in Spin-Glass $Y_{20}(Mn_{1-x}Fe_x)_{80}$ Amorphous Alloys	Ohta M., Fujita A., Fukamichi K., Obi Y. and Fujimori H.	J. Magn. Soc. Jpn., 23[1-2] (1999), 555-557
33-152	Oxygen Distribution in $Zr_{65}Cu_{15}Al_{10}Pd_{10}$ Nanocrystalline Alloys	Ping D.H., Hono K. and Inoue A.	Mater. Sci. Forum, 307 (1999), 31-36
33-153	Neutron Scattering Study of Antiferromagnetic Correlations in the Zn-Mg-Ho Icosahedral Quasicrystal	Sato T.J., Takakura H., Tsai A.P., Shibata K., Ohoyama K. and Andersen K.H.	Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 553 (1999), 415-426
33-154	Neutron Scattering Study of the Zn-Mg-Ho	Sato T.J., Takakura H.,	J. Phys. Chem. Solids,

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
	Icosahedral Quasicrystal	Tsai A.P., Shibata K., Ohoyama K. and Andersen K.H.	60 (1999), 1257-1259
33-155	Magnetic Diffuse Scattering from a Single Quasicrystal	Sato T.J., Takakura H., Tsai A.P., Shibata K. and Andersen K.H.	ILL Ann. Rep., 98 (1999), 40-41
33-156	Experimental Investigation of the Formation Enthalpies of the Zr-Cu-Al Amorphous Alloys	Turchanin A.A., Dogel S.A., Tomilin I.A. and Inoue A.	Mater. Sci. Forum, 312-314 (1999), 653-658
33-157	Bulk Amorphous FC20(Fe-C-Si) Cast Iron with Small Addition of B	Wang X.M. and Inoue A.	Mater. Trans., JIM, 40[7] (1999), 634-642
33-158	In situ Crystallization of $Zr_{55}Cu_{30}Al_{10}Ni_5$ Bulk Glass Forming from the Glassy and Undercooled Liquid States Using Synchrotron Radiation	Yavari A.R., Le M.A., Botta F.W., Inoue A., Rejmankova P. and Kvik A.	J. Non-Cryst. Solids, 247 (1999), 31-34
33-159	In-situ Detection of the Onset Crystallisation of $Zr_{55}Cu_{30}Al_{10}Ni_5$ from the Bulk Glass and the Liquid States Using Synchrotron Radiation	Yavari A.R., Uriarte J.L., Tousimi K., LeMoulec A., Botta W.J., Inoue A., Rejmankova P. and Kvik A.	Mater. Sci. Forum, 307 (1999), 17-23
33-160	Rotating-Beam Fatigue Strength of $Pd_{40}Cu_{50}Ni_{10}P_{20}$ Bulk Amorphous Alloy	Yokoyama Y., Nishiyama N., Fukaura K., Sunada H. and Inoue A.	Mater. Trans., JIM, 40[7] (1999), 696-699
33-161	Creep Deformation of Single Al-Ni-Co Decagonal Quasicrystals	Yokoyama Y., Note R., Kimura S., Fukaura K., Sunada H. and Inoue A.	Mater. Trans., JIM, 40[4] (1999), 351-357
33-162	Strain Affected Properties of Icosahedral Al-Pd-Mn Single Ingot	Yokoyama Y., Yamada Y., Fukaura K., Sunada H., Note R., Inoue A., Sugiyama K. and Hiraga K.	Jpn. J. Appl. Phys., Part 1, 38[3A] (1999), 1495-1499
33-163	Preparation of a Decagonal Al-Cu-Co Single Quasicrystal by the Czochralski Method	Yokoyama Y., Note R., Yamaguchi A., Inoue A., Fukaura K. and Sunada H.	Mater. Trans., JIM, 40[2] (1999), 123-131
33-164	Preparation of Ti-Cu-Ni-Si-B Amorphous Alloys with a Large Supercooled Liquid Region	Zhang T. and Inoue A.	Mater. Trans., JIM, 40[4] (1999), 301-306
33-165	Thermal and Magnetic Properties of Fe-Co-Ln-B (Ln=Nd, Sm, Tb or Dy) Amorphous Alloys with High Magnetostriktion	Zhang W. and Inoue A.	Mater. Trans., JIM, 40[1] (1999), 78-81
33-166	金属ガラスの精密・微細加工に関する研究	秦 誠一 ・ 山田 典弘	日本機化学会論文集

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
	(Zr基金属ガラスの過冷却液体域における成形性)	早乙女康典 ・ 井上 明久 下河辺 明	(C編) 65[633] (1999), 2080-2086
33-167	OsO ₄ グロー放電堆積膜のキャラクタリゼーション	早川 優子 ・ 古曳 重美 奥 正興 ・ 新井 正男 吉川 英樹 ・ 福島 整 生地 文也	X線分析の進歩 30 (1999), 123-129
33-168	バルク金属ガラスの開発と実用化の現状ならびに将来展望	井上 明久	素形材 40[5] (1999), 5-13
33-169	急速凝固アモルファス相の利用によるMg基金金の高強度化	井上 明久	まてりあ 38[4] (1999), 310-316
33-170	新金属材料としてのバルク金属ガラス	井上 明久 ・ 木村 久道	大学・高専・研究機関の研究機関の研究情報 9 (1999), 10-11
33-171	高強度・高靱性Zr基バルク金属ガラスの創製ならびにゴルフクラブへの実用化	大貫 正秀 ・ 井上 明久 山口 哲男 ・ 南口 治義 岩田 幸一	まてりあ 38[3] (1999), 251-253

Thin Films and Multilayers

33-172	MBE Growth and Characterization of (ZnMg) (SeTe)	Chang J.H., Cho M.W., Makino H., Sekiguchi T. and Yao T.	J. Korean Phys. Soc., 34 (1999), S4-S6
33-173	Giant Magnetoresistance in Insulating Granular Films and Planar Tunneling Junctions	Fujimori H., Mitani S. and Takanashi K.	Mater. Sci. Eng., A267 (1999), 184-192
33-174	Effect of Oxygen Gas Addition on Preparation of Iridium and Platinum Films by Metal-Organic Chemical Vapor Deposition	Goto T., Vargas R.J. and Hirai T.	Mater. Trans., JIM, 40[3] (1999), 209-213
33-175	Annealing Effect of Tunnel-Type GMR in Co-Al-O Granular Thin Films	Ha J.G., Mitani S., Takanashi K., Ohnuma M., Hono K. and Fujimori H.	J. Magn. Magn. Mater., 198-199 (1999), 21-23
33-176	X-Ray Photoelectron Spectroscopy of Highly Conducting and Amorphous Osmium Dioxide Thin Films	Hayakawa Y., Fukuzaki K., Kohiki S., Shibata Y., Matsuo T., Wagatsuma K. and Oku M.	Thin Solid Films, 347 (1999), 56-59
33-177	Molecular Beam Epitaxy of Ca _{1-x} R _x F _{2+x} (R=Nd,Er) Layers: Study of RHEED Pattern and Lattice Mismatch	Ko J.M. and Fukuda T.	J. Cryst. Growth, 200 (1999), 490-497
33-178	Growth of CaF ₂ :R ³⁺ (R=Nd,Er) Layers	Ko J.M., Chen Y.F.	J. Korean Assoc.

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
	by Molecular Beam Epitaxy	and Fukuda T.	Cryst. Growth, 9[1] (1999), 1-5
33-179	Tunnel-Type Magnetoresistance in Metal-Nonmetal Granular Films Prepared by Tandem Deposition Method	Kobayashi N., Ohnuma S., Masumoto T. and Fujimori H.	J. Magn. Soc. Jpn., 23[1-2] (1999), 76-78
33-180	Structure and Magnetic Properties of Co-Sputtered Co-C Thin Films	Konno T.J., Shoji K., Sumiyama K. and Suzuki K.	J. Magn. Magn. Mater., 195 (1999), 9-18
33-181	Degradation of Perovskite $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ Thin Films Fabricated by Pulsed Laser Ablation	Masuda Y., Fujita S., Nishida T., Masumoto H. and Hirai T.	八戸工業大学紀要 18 (1999), 59-65
33-182	Tunnel-MR and Spin Electronics in Metal-Nonmetal Granular Systems	Mitani S., Fujimori H., Takanashi K., Yakushiji K., Ha J.G., Takahashi S., Maekawa S., Ohnuma S., Kobayashi N., Masumoto T., Ohnuma M. and Hono K.	J. Magn. Magn. Mater., 198-199 (1999), 179-184
33-183	Transmission Electron Microscopy of Silicides Nucleated in Y-Si Reaction System	Noya A., Takeyama M.B., Sasaki K., Aoyagi E. and Hiraga K.	J. Appl. Phys., 85[5] (1999), 2934-2938
33-184	Oscillation Phenomenon of Transition Temperatures in Nb/Co and V/Co Superconductor/Ferromagnet Multilayers	Obi Y., Ikebe M., Kubo T. and Fujimori H.	Physica C, 317-318 (1999), 149-153
33-185	Distribution of Co Particles in Co-Al-O Granular Thin Films	Ohnuma M., Hono K., Onodera H., Pedersen J.S., Mitani S. and Fujimori H.	Mater. Sci. Forum, 307 (1999), 171-176
33-186	Microstructure Change in $\text{Co}_{46}\text{Al}_{16}\text{O}_{35}$ Granular Thin Films by Annealing	Ohnuma M., Hono K., Onodera H., Mitani S., Ha J.G. and Fujimori H.	Nanostruct. Mater., 12 (1999), 573-576
33-187	Anisotropy Field and Electrical Resistivity in Magnetically Soft Co-Pd-Si-O Thin Films	Ohnuma S., Kobayashi N., Masumoto T., Mitani S. and Fujimori H.	J. Magn. Soc. Jpn., 23[1-2] (1999), 240-242
33-188	Magnetostriction and Soft Magnetic Properties of $(\text{Co}_{1-x}\text{Fe}_x)\text{-Al-O}$ Granular Films with High Electrical Resistivity	Ohnuma S., Kobayashi N., Masumoto T., Mitani S. and Fujimori H.	J. Appl. Phys., 85[8] (1999), 4574-4576
33-189	Dependence of Magnetic Properties on Antiferromagnetic Layer in Exchange-Coupled Bilayer	Ro J.C., Lee D.H., Yoon D.H., Suh S.J., Park G.S., Takanashi K. and Fujimori H.	J. Magn. Soc. Jpn., 23[1-2] (1999), 167-169

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
33-190	Effect of Pressure on the Giant Magnetoresistance for Co/Cu with Different Cu-Layer Thicknesses	Sakai T., Miyagawa H., Oomi G., Saito K., Takanashi K. and Fujimori H.	J. Magn. Soc. Jpn., 23[1-2] (1999), 117-119
33-191	Nonlinear Magneto-Optical Effect in Fe/Au Superlattices	Sato K., Mitani S., Takanashi K., Fujimori H., Kirilyuk A., Petukhov A. and Rasing Th.	J. Magn. Soc. Jpn., 23[1-2] (1999), 352-354
33-192	Ab initio Studies on the Structural and Magnetic Properties of FeCu Superlattices	Wang J.T., Zhou L. and Kawazoe Y.	Phys. Rev. B, 60[5] (1999), 3025-3028
33-193	Design and Experimental Approach of Optical Reflection Filters with Graded Refractive Index Profiles	Wang X., Masumoto H., Someno Y. and Hirai T.	J. Vac. Sci. Technol., A, 17[1] (1999), 206-211
33-194	Spin Wave Modes in Fine Layered Structures of Fe and Au	Yoshihara A., Wang Z.J., Takanashi K., Grünberg P., Motokawa M. and Fujimori H.	J. Magn. Soc. Jpn., 23[1-2] (1999), 161-163

Fine Particles, Microclusters, Mesoscopic and Nanometer Materials

33-195	Ab initio HF, MP2 and DFT Studies of the Structures, Vibrations and Energetics of the Urea Dimer and Trimer	Belosludov R.V., Li Z.Q. and Kawazoe Y.	Mol. Eng., 8 (1999), 105-119
33-196	Effect of Ti, V, Cr, and Mn Additions on the Magnetic Properties of a Nanocrystalline Soft Magnetic Fe-Zr-B Alloy with High Magnetic Flux Density	Bitoh T., Nakazawa M., Makino A., Inoue A. and Masumoto T.	J. Appl. Phys., 85[8] (1999), 5127-5129
33-197	Preparation and Mechanical Properties of Zr-Based Bulk Nanocrystalline Alloys Containing Compound and Amorphous Phases	Fan C., Takeuchi A. and Inoue A.	Mater. Trans., JIM, 40[1] (1999), 42-51
33-198	Nonlinear Coherent Transport Through Doped Nanotube Junctions	Farajian A.A., Esfarjani K. and Kawazoe Y.	Phys. Rev. Lett., 82[25] (1999), 5084-5087
33-199	The Study on Transmission Properties of Carbon Nanotubes by Recursive Green's Function Method	Gu B.L., Wu J., Yu J.Z., Ohno K. and Kawazoe Y.	Trans. Mater. Res. Soc. Jpn., 24[2] (1999), 205-208
33-200	Transport Phenomena and Giant Magnetoresistance for an Annealed Co-Al-O Granular Film	Ha J.G., Mitani S., Takanashi K. and Fujimori H.	J. Magn. Soc. Jpn., 23[1-2] (1999), 79-81
33-201	Study on Co-Cr Alloy Cluster Assembling Process by Magneto-Optical Kerr Effect	Hihara T., Sumiyama K., Konno T.J. and Wakoh K.	Phys. Status Solidi A, 172 (1999), 397-405

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
33-202	Synthesis of High Strength Bulk Nanocrystalline Alloys Containing Remaining Amorphous Phase	Inoue A., Fan C. and Takeuchi A.	Mater. Sci. Forum, 307 (1999), 1-8
33-203	Formation of As- and Ge-Doped Heterofullerenes	Ohtsuki T., Ohno K., Shiga K., Kawazoe Y., Maruyama Y. and Masumoto K.	Phys. Rev. B, 60[3] (1999), 1531-1534
33-204	Characteristic Transport Properties of CoO-Coated Monodispersive Co Cluster Assemblies	Peng D.L., Sumiyama K., Konno T.J., Hihara T. and Yamamuro S.	Phys. Rev. B, 60[3] (1999), 2093-2100
33-205	Preparation and Magnetic Properties of Oxide-Coated Monodispersive Co Cluster Assembly	Peng D.L., Sumiyama K., Yamamuro S., Hihara T. and Konno T.J.	Phys. Status Solidi A, 172 (1999), 209-216
33-206	Magic Numbers in Transition Metal (Fe, Ti, Zr, Nb and Ta) Clusters Observed by Time-of-Flight Mass Spectrometry	Sakurai M., Watanabe K., Sumiyama K. and Suzuki K.	J. Chem. Phys., 111[1] (1999), 235-238
33-207	Stable Structures of Neutral and Charged Iron Clusters by Self-Consistent Tight-Binding Molecular-Dynamics	Taneda A. and Kawazoe Y.	Mater. Trans., JIM, 40[9] (1999), 859-862
33-208	Structural Study on Monosize CeO _{2-x} Nano-Particles	Tsunekawa S., Sivamohan R., Ito S., Kasuya A. and Fukuda T.	Nanostruct. Mater., 11[1] (1999), 141-147
33-209	Ultraviolet Absorption Spectra of CeO ₂ Nano-Particles	Tsunekawa S., Sivamohan R., Ohsuna T., Kasuya A., Takahashi H. and Tohji K.	Mater. Sci. Forum, 315-317 (1999), 439-445
33-210	First-Principles Studies on the Adsorptive Properties of Hydrogenated Si Cluster	Wang Q., Sun Q., Yu J.Z., Ishihara M. and Kawazoe Y.	Physica B, 269 (1999), 239-243
33-211	Geometry and Electronic Structure of Magic Iron Oxide Clusters	Wang Q., Sun Q., Sakurai M., Yu J.Z., Gu B.L., Sumiyama K. and Kawazoe Y.	Phys. Rev. B, 59 (1999), 12672-12677
33-212	Zero-Point Motions in Charged C ₆₀	Wang X.D., Fu R.T., Sun X. and Kawazoe Y.	Synth. Met., 103 (1999), 2452-2453
33-213	Geometrical and Electrical Percolation in Nanometre-Sized Co-Cluster Assemblies	Yamamuro S., Sumiyama K., Hihara T. and Suzuki K.	J. Phys.: Condens. Matter, 11 (1999), 3247-3257
33-214	急速凝固P/M Al-Ti-Fe-TM 合金の耐摩耗性と耐熱性	太田 英伸 ・ 高木 誠 井村 徹 ・ 河村 能人	日本金属学会誌 63[5] (1999), 617-620

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
33-215	反応性レーザー蒸発クラスター源で得られる安定酸化物クラスターとその構造	井上 明久 櫻井 雅樹 ・ 孫 強 隅山 兼治 ・ 川添 良幸	超微粒子とクラスター懇談会, 第3回研究会 (1999), 87-90
33-216	Coクラスターの2次元堆積・集合化過程における電氣的・磁氣的パーコレーション	山室 佐益 ・ 日原 岳彦 隅山 兼治 ・ 鈴木 謙爾	日本金属学会誌 63[9] (1999), 1117-1120

Phase Diagram and Transformation

33-217	Cyclic Solid-State Transformations during Ball Milling of Aluminum Zirconium Powder and the Effect of Milling Speed	El-Eskandarany M. S., Aoki K., Sumiyama K. and Suzuki K.	Metall. Mater. Trans. A, 30 (1999), 1877-1880
33-218	Incommensurate State and Spin-Induced Peierls Instability	Koshibae W., Yamanaka M., Oshikawa M. and Maekawa S.	Phys. Rev. Lett., 82[10] (1999), 2119-2122
33-219	Nuclear Magnetic Resonance Studies on Cu ₃ Au, CuAu and CuAu ₃ Alloys	Shinohara T., Saitoh S., Wagatsuma F. and Yamaguchi S.	Philos. Mag. A, 79[2] (1999), 437-448

Thermodynamical Properties and Diffusion

33-220	Explanation for the Configurational Heat Capacity of Ordered Phases	Sluiter M.H. and Kawazoe Y.	Phys. Rev. B, 59[5] (1999), 3280-3282
33-221	The Effect of Segregation and Partial Order on the Thermodynamics of (111) Antiphase Boundaries in Ni ₃ Al	Sluiter M.H., Hashi Y. and Kawazoe Y.	Comput. Mater. Sci., 14 (1999), 283-290
33-222	Force Constants for Substitutional Alloys	Sluiter M.H., Weinert M. and Kawazoe Y.	Phys. Rev. B, 59[6] (1999), 4100-4111
33-223	Theoretical Study of Hydrogen Solubility in Fe, Co and Ni	Yu J.Z., Sun Q., Wang Q. and Kawazoe Y.	Mater. Trans., JIM, 40[9] (1999), 855-858

Crystal Growth and Crystal Imperfection

33-224	Growth and Optical Characteristics of Ce-Doped and Ce: Na-Codoped BaLiF ₃ Single Crystals	Baldochi S.L., Shimamura K., Nakano K., Mujilatu N. and Fukuda T.	J. Cryst. Growth, 200 (1999), 521-526
33-225	Preparation of Ti-Less Aliovalent Substituted Isomorphs of KTiOPo ₄	Chani V.I., Shimamura K., Endo S. and Fukuda T.	J. Mater. Res., 14[6] (1999), 2458-2463
33-226	Liquid Phase Epitaxy of Films with Langasite Structure	Chani V.I., Takeda H. and Fukuda T.	Mater. Sci. Eng., B60 (1999), 212-216
33-227	Flux Growth of KNbO ₃ Crystals by	Chani V.I., Shimamura K.	Cryst. Res. Technol.,

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
	Pulling-Down Method	and Fukuda T.	34[4] (1999), 519-525
33-228	Microstructure of $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ Eutectic Fibers Grown by μ -PD Method	Epelbaum B.M., Yoshikawa A., Shimamura K., Fukuda T., Suzuki K. and Waku Y.	J. Cryst. Growth, 198/199 (1999), 471-475
33-229	Microstructure and High Temperature Mechanical Properties of Sapphire/R-Al-O (R=Y, Gd, Er, Ho, Dy) Eutectic Fibers Grown by Micro-Pulling-Down Method	Hasegawa K., Yoshikawa A., Durbin S.D., Epelbaum B.M., Fukuda T. and Waku Y.	J. Korean Assoc. Cryst. Growth, 9[4] (1999), 432-436
33-230	Comparison of $\text{Ba}(\text{B}_{1-x}\text{Al}_x)_2\text{O}_4$ Single Crystals on Their Diameters	Miyazaki A., Kimura H., Jia X.P., Shimamura K. and Fukuda T.	Cryst. Res. Technol., 34[7] (1999), 817-820
33-231	Growth of Ge-Rich $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ Single Crystal with Uniform Composition ($x=0.02$) on a Compositionally Graded Crystal for Use as GaAs Solar Cells	Nakajima K., Kodama S., Miyashita S., Sazaki G. and Hiyamizu S.	J. Cryst. Growth, 205 (1999), 270-276
33-232	Crystal Growth and Properties of Metals Doped Cr_3Si Single Crystals	Okada S., Iizumi K., Kudaka K., Shishido T. and Fukuda T.	Proc. 9th Cimtec-World Forum on New Materials Symp. VII: Innovative Materials in Advanced Energy Technologies, ed. by P. Vincenzini, (1999), 635-642
33-233	1.3 μm InGaAs/InAlGaAs Strained Quantum Well Lasers on InGaAs Ternary Substrates	Otsubo K., Nishijima Y., Uchida T., Shoji H., Nakajima K. and Ishikawa H.	Jpn. J. Appl. Phys., 38 (1999), L312-L314
33-234	Magnetic Damping of the Temperature-Driven Convection in NaCl Aqueous Solution Using a Static and Homogeneous Field of 10 T	Sazaki G., Durbin S.D., Miyashita S., Ujihara T., Nakajima K. and Motokawa M.	Jpn. J. Appl. Phys., 38 (1999), L842-L844
33-235	Dislocation Mobilities in c-Si	Sumino K. and Yonenaga I.	Properties of Crystalline Silicon, ed. by R. Hull, INSPEC, (1999), 113-121
33-236	Crystal Growth and Structure of $\text{La}_3\text{M}^{4+}\text{Ga}_5\text{O}_{14}$ (M=Ti, Zr, Hf)	Takeda H., Kato T., Chani V.I., Shimamura K. and Fukuda T.	J. Alloys Compd., 290 (1999), 244-249
33-237	Effect of (Sr, Ba) Substitution in $\text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$ and $\text{La}_3\text{M}^{5+}_x\text{Ga}_{5-x}\text{O}_{14}$ (M= Nb^{5+} , Ta^{5+}) Crystals on Their	Takeda H., Kato T., Chani V.I., Morikoshi H., Shimamura K. and Fukuda T.	J. Alloys Compd., 290 (1999), 79-84

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
	Synthesis, Structure and Piezoelectricity		
33-238	Optical Properties of Er^{3+} Ions in Calcium Niobium Gallium Garnet (CNGG) Crystals	Tsuboi T., Shimamura K. and Fukuda T.	Phys. Status Solidi B, 214 (1999), 479-486
33-239	Czochralski Growth of GeSi Bulk Alloy Crystals	Yonenaga I.	J. Cryst. Growth, 198/199 (1999), 404-408
33-240	紫外固体レーザー用フッ化物単結晶	島村 清史 ・ Baldochi S.L., Liu Z., 猿倉 信彦 ・ 福田 承生	レーザー研究 27[8] (1999), 547-552
33-241	波長可変全固体紫外レーザーの開発	島村 清史 ・ 福田 承生 猿倉 信彦	光アライアンス 10[10] (1999), 21-25

Impurity Effect

33-242	Zr Site Determination and Origin of Magnetic Anisotropy in HDDR Processed $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ -Based Magnets	Ashfaq A., Matsuura M. and Sakurai M.	J. Synchrotron Rad., 6 (1999), 705-707
--------	--	---------------------------------------	--

Melting and Solidification

33-243	Body-Centered-Cubic Lattice Model with Many-Body Interactions Representing the Melting Transition in Si	Sahara R., Mizuseki H., Ohno K., Uda S., Fukuda T. and Kawazoe Y.	J. Chem. Phys., 110[19] (1999), 9608-9617
33-244	Preparation of Highly Pure MnBi Intermetallic Compounds by Arc-Melting	Yoshida H., Shima T., Takahashi T. and Fujimori H.	Mater. Trans., JIM, 40[5] (1999), 455-458
33-245	不定比ペロブスカイト型化合物 YRh_3B_x , YRh_3C_x 及び $\text{YRh}_3\text{B}_x\text{C}_{1-x}$ のB又はC量の変化に伴う格子定数の変化	穴戸 統悦 ・ 葉 金花 小原 和夫 ・ 菅原 孝昌 吉川 彰 ・ 堀内 弘之 福田 承生	日本セラミックス協会学術論文誌 107[7] (1999), 648-651
33-246	不定比性ペロブスカイト型化合物 ScRh_3B_x の硬度と耐酸化性	穴戸 統悦 ・ 葉 金花 工藤 邦男 ・ 岡田 繁 奥 正興 ・ 吉川 彰 堀内 弘之 ・ 福田 承生	日本セラミックス協会学術論文誌 107[6] (1999), 546-550

Crystal Structure

33-247	Atom Clusters with Icosahedral Symmetry in Cubic Alloy Phases Related to Icosahedral Quasicrystals	Hiraga K., Ohsuna T. and Sugiyama K.	The Rigaku Journal, 16[1] (1999), 38-45
33-248	Crystal Structure of Tetragonal	Onimaru T., Onodera H.,	J. Phys. Chem. Solids,

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
	Ce ¹⁺ B ₂ C ₂	Ohoyama K., Yamauchi H., Ohashi M. and Yamaguchi Y.	60 (1999), 1435-1438
33-249	Crystal Structure of μ -MgZnSm	Sugiyama K., Yasuda K., Horikawa Y., Ohsuna T. and Hiraga K.	J. Alloys Compd., 285 (1999), 172-178
33-250	Monoclinic InPO ₄ ·2H ₂ O	Sugiyama K., Yu J.H., Hiraga K. and Terasaki O.	Acta Crystallogr., C55 (1999), 279-281

Electronic Structure

33-251	Interrelation between Orbital Polarization and Magnetic Structure in Bilayer Manganites	Akimoto T., Moritomo Y., Ohoyama K., Okamoto S., Ishihara S., Maekawa S. and Nakamura A.	Phys. Rev. B, 59[22] (1999), R14153-R14156
33-252	The Renormalized Interaction Method: A New Order-N Algorithm	Esfarjani K. and Kawazoe Y.	超微粒子とクラスター懇 談会, 第3回研究会 (1999), 169-171
33-253	Localized Basis Set Optimization	Esfarjani K., Farajian A.A. and Kawazoe Y.	Comput. Mater. Sci., 15 (1999), 351-356
33-254	Temperature Dependence of the Resistivity in the Double-Exchange Model	Ishizaka S. and Ishihara S.	Phys. Rev. B, 59[13] (1999), 8375-8378
33-255	Role of Orbitals in Manganese Oxides -Ordering and Fluctuation	Maezono R., Murakami S., Nagaosa N., Ishihara S., Yamanaka M. and Lee H.C.	Mater. Sci. Eng., B63 (1999), 171-176
33-256	X-Ray Diffraction and X-Ray Photoelectron Spectra of Fe-Cr-N Films Deposited by DC Reactive Sputtering	Peng D.L., Sumiyama K., Oku M., Konno T.J., Wagatsuma K. and Suzuki K.	J. Mater. Sci., 34 (1999), 4623-4628
33-257	Absolute Total Energy of Small Copper Clusters in an All-Electron Mixed-Basis Approach with the Generalized-Gradient Approximation	Shiga K., Ohno K., Kawazoe Y., Fu R.T. and Maruyama Y.	J. Mater. Res., 14[3] (1999), 980-983
33-258	Stripe Stability in the Extended t-J Model on Planes and Four-Leg Ladders	Tohyama T., Gazza G., Shih C.T., Chen Y.C., Lee T.K., Maekawa S. and Dagotto E.	Phys. Rev. B, 59[18] (1999), R11649-R11652
33-259	Effect of Stripes on Electronic States in Underdoped La _{2-x} Sr _x CuO ₄	Tohyama T., Nagai S., Shibata Y. and Maekawa S.	Phys. Rev. Lett., 82[24] (1999), 4910-4913

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
<i>Optical Properties, Opto-electronics and Electromagnetic-Waves</i>			
33-260	Preparation of Al-O-N Films by Electron Cyclotron Resonance Plasma-Assisted Chemical Vapor Deposition	Goto T., Zhang W. and Hirai T.	Jpn. J. Appl. Phys., Part 1, 38[6A] (1999), 3668-3674
33-261	In situ Observation of Strain-Induced Optical Anisotropy of $\text{ZnS}_{1-x}\text{Se}_x/\text{GaAs}(110)$ during Molecular-Beam Epitaxy	Hanada T., Yasuda T., Ohtake A., Hingerl K., Miwa S., Arai K. and Yao T.	Phys. Rev. B, 60[12] (1999), 8909-8914
33-262	Pump-Probe Measurement of ZnO Epitaxial Thin Films	Yamamoto A., Kido T., Goto T., Chen Y.F., Yao T. and Kasuya A.	J. Korean Phys. Soc., 34 (1999), S58-S60
33-263	New Mechanism in Deactivation of Excited Uranyl(VI) Ion by Lanthanide(III) Ions	Yamamura T., Fazekas Z., Harada M. and Tomiyasu H.	Phys. Chem. Chem. Phys., 1 (1999), 3491-3496

Electrical Properties

33-264	The Three-Fermion Problem in Two and Three Dimensions: A Unified Variational Approach	Farajian A.A., Esfarjani K. and Kawazoe Y.	J. Phys. B: At., Mol. Opt. Phys., 32 (1999), 749-756
33-265	Electrical Conductivity of Alkaline-Earth Metal β -Aluminas and Their Application to a CO_2 Gas Sensor	He G., Goto T., Narushima T. and Iguchi Y.	Solid State Ionics, 121 (1999), 313-319
33-266	$\text{In}_2\text{O}_3: \text{Li}_x$ ($x=0-1.0$) の合成とキャラクターゼーション	清島 隆太 ・ 古曳 重美 松嶋 茂憲 ・ 奥 正興	日本化学会誌 [5] (1999), 323-327

Magnetism

33-267	Ferromagnetism in the $\text{U}_{1-x}\text{Y}_x\text{CoAl}$ System	Andreev A.V., Kozlovskaya I.K., Mushnikov N.V., Goto T., Sechovsky V., Havela L., Homma Y. and Shiokawa Y.	J. Magn. Magn. Mater., 196-197 (1999), 658-659
33-268	Magnetic Properties of the $\text{UCo}_{1-x}\text{T}_x\text{Al}$ Solid Solutions (T=Rh and Ir)	Andreev A.V., Kozlovskaya I.K., Mushnikov N.V., Goto T., Sechovský V., Homma Y. and Shiokawa Y.	J. Alloys Compd., 284 (1999), 77-81
33-269	Magnetic Properties of a UPtAl Single Crystal	Andreev A.V., Shiokawa Y., Tomida M., Homma Y., Sechovsky V., Mushnikov N.V. and Goto T.	J. Phys. Soc. Jpn., 68[7] (1999), 2426-2432
33-270	Influence of 5d-Metal on Magnetic	Andreev A.V., Tomida M.,	J. Alloys Compd., 288

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
	Properties of $\text{UNi}_{1-x}\text{T}_x\text{Al}$ Compounds	Homma Y., Shiokawa Y., Sechovsky V., Mushnikov N.V. and Goto T.	(1999), 36-41
33-271	Metamagnetic Transition in NdB_6 with a Small Magnetic Anisotropy in Low Magnetic Fields	Awaji S., Kobayashi N., Sakatsume S., Kunii S. and Sera M.	J. Phys. Soc. Jpn., 68[8] (1999), 2518-2521
33-272	Effect of Pd Substitution for Ni on Magnetism in UNiAl	Dremov R.V., Andreev A.V., Šebek J., Mushnikov N.V., Goto T., Havela L., Sechovský V., Shiokawa Y. and Homma Y.	Physica B, 259-261 (1999), 244-245
33-273	Effects of Randomness on Tunnel Conductance and Magnetoresistance in Ferromagnetic Tunnel Junctions	Itoh H., Shibata A., Kumazaki T., Inoue J. and Maekawa S.	J. Phys. Soc. Jpn., 68[5] (1999), 1632-1639
33-274	Magnetovolume Effect of SrRuO_3	Kanomata T., Suzuki N., Yoshida H., Kaneko T., Fujimori H., Kamishima K., Goto T., Kawanaka H. and Nishihara Y.	J. Magn. Soc. Jpn., 23[1-2] (1999), 519-521
33-275	Specific-Heat Study of the $\text{UCoAl}_{1-x}\text{Ga}_x$ System	Kozlovskaya I.K., Andreev A.V., Šebek J., Tomida M., Shiokawa Y., Homma Y. and Sechovský V.	Physica B, 259-261 (1999), 242-243
33-276	Transport Properties across the Metamagnetic Transition in UCoAl	Matsuda T.D., Sugawara H., Aoki Y., Sato H., Andreev A.V., Shiokawa Y., Sechovsky V. and Havela L.	Physica B, 259-261 (1999), 240-241
33-277	Interchain Interactions and Magnetic Properties of Li_2CuO_2	Mizuno Y., Tohyama T. and Maekawa S.	Phys. Rev. B, 60[9] (1999), 6230-6233
33-278	Magnetic Properties of the 5f Itinerant Electron Metamagnet UCoAl under High Pressure	Mushnikov N.V., Goto T., Kamishima K., Yamada H., Andreev A.V., Shiokawa Y., Iwao A. and Sechovsky V.	Phys. Rev. B, 59[10] (1999), 6877-6885
33-279	Anomalous Magnetic Phase Diagrams of HoB_2C_2 : Antiferroquadrupolar Ordering in the Magnetic Phase	Onodera H., Yamauchi H. and Yamaguchi Y.	J. Phys. Soc. Jpn., 68[8] (1999), 2526-2529
33-280	Stabilities of Spin Configuration and Exchange Interactions in (Cr, Mn, Fe)/Ag Monatomic Multilayers	Wang J.T., Li Z.Q., Zhou L., Kawazoe Y. and Wang D.S.	Phys. Rev. B, 59[10] (1999), 6974-6978
33-281	Effective ab initio Exchange Integrals and Magnetic Phase Transition in fcc Fe	Zhou Y.M., Wang D.S. and Kawazoe Y.	Phys. Rev. B, 59[13] (1999), 8387-8390

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
	and Mn Antiferromagnets		
<i>Magnetic Resonance and Mössbauer Effects</i>			
33-282	Electronic Correlations on the Verge of Mott Transition in $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ by $^{47/49}\text{Ti}$ and ^{139}La Nuclear Magnetic Resonance	Furukawa Y., Okamura I., Kumagai K., Goto T., Fukase T., Taguchi Y., and Tokura Y.	Phys. Rev. B, 59[16] (1999), 10550-10558
<i>Superconductivity</i>			
33-283	Superconducting Properties for Ag Sheathed $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$ Tape Coils in High Electromagnetic Stress State	Awaji S., Watanabe K., Motokawa M., Wakuda T. and Okada M.	Proc. Physical Phenomena at High Magnetic Fields-III, ed. by Z. Fisk, et al., (1999), 357-360
33-284	Superconducting Properties for AgCu Reinforced $\text{Ag/Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$ Coil in Large Electromagnetic Stress State	Awaji S., Watanabe K., Wakuda T. and Okada M.	Proc. 11th Int. Symp. Superconductivity (ISS '98), ed. by N. Koshizuka and S. Tajima, 1998, (1999), 923-926
33-285	Phase Diagram of a Superconducting and Antiferromagnetic System with $\text{SO}(5)$ Symmetry	Hu X., Koyama T. and Tachiki M.	Phys. Rev. Lett., 82[12] (1999), 2568-2571
33-286	Transport $E(J)$ Characteristics of High- T_c Superconductors in a Wide B-T Plane up to 27 T	Inoue M., Hasegawa K., Kiss T., Takeo M., Irie F., Awaji S. and Watanabe K.	Proc. 11th Int. Symp. Superconductivity (ISS '98), ed. by N. Koshizuka and S. Tajima, 1998, (1999), 605-608
33-287	Quantum Theory for the Longitudinal Josephson Plasma in High- T_c Superconductors: QED in 1D Josephson Junction Array	Koyama T.	J. Phys. Soc. Jpn., 68[6] (1999), 2010-2018
33-288	Quantum Theory for the Transverse Josephson Plasma in High- T_c Superconductors	Koyama T.	J. Phys. Soc. Jpn., 68[9] (1999), 3062-2068
33-289	High Temperature Superconductors as a Member of Transition Metal Oxides	Maekawa S.	Springer Ser. Solid-State Sci., 125 (1999), 136-143
33-290	Simulation of I-V Hysteresis Branches in an Intrinsic Stack of Josephson Junctions in High- T_c Superconductors	Matsumoto H., Sakamoto S., Wajima F., Koyama T. and Machida M.	Phys. Rev. B, 60[5] (1999), 3666-3672

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
33-291	Effects of the Weak Disorder on the Vortex Phase Diagram and the Second Peak in Untwinned $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ Single Crystals	Nishizaki T., Naito T. and Kobayashi N.	Physica C, 317-318 (1999), 645-647
33-292	Electron Irradiation Effects on the Vortex Phase Diagram in Untwinned $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$	Nishizaki T., Naito T., Okayasu S., Iwase A. and Kobayashi N.	Proc. 11th Int. Symp. Superconductivity (ISS '98), ed. by N. Koshizuka and S. Tajima, 1998, (1999), 585-588
33-293	Magnetic Phase Diagram of Untwinned $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ Single Crystals Annealed in High Pressure Oxygen Atmosphere	Shibata K., Nishizaki T., Naito T. and Kobayashi N.	Physica C, 317-318 (1999), 540-542
33-294	Sweep Rate Dependence of Magnetic Hysteresis Loops and Peak Effect in High- T_c Superconductors	Sueyoshi T., Fujiyoshi T., Miyahara K. and Awaji S.	Supercond. Sci. Technol., 12 (1999), 55-61
33-295	Transport Properties of Bi-2212/Ag Multifilamentary Tape under a Large Electromagnetic Stress State	Wakuda T., Okada M., Awaji S. and Watanabe K.	IEEE Trans. Appl. Supercond., 9 (1999), 952-955
33-296	$\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 膜における固有ピンニングから外的ピンニングへのクロスオーバー	淡路 智 ・ 渡辺 和雄 小林 典男	低温工学 34[6] (1999), 276-285
33-297	単一磁束のピン止め	高橋 三郎	高温超伝導の科学, 立木昌・藤田敏三 編, 裳華房, (1999), 273-276

Surface, Interface and Tunneling

33-298	Changes in the Chemical State of Monocrystalline SrTiO_3 Surface by Argon Ion Bombardment	Adachi Y., Kohiki S., Wagatsuma K. and Oku M.	Appl. Surf. Sci., 143 (1999), 272-276
33-299	Optimized Geometries and Charge Transfer in Ga and As Dimers on Si Surface	Farajian A. A., Esfarjani K. and Kawazoe Y.	超微粒子とクラスター懇談会, 第3回研究会 (1999), 115-117
33-300	Jahn-Teller Distortion in Dangling-Bond Linear Chains Fabricated on a Hydrogen-Terminated Si (100)- 2×1 Surface	Hitosugi T., Heike S., Onogi T., Hashizume T., Watanabe S., Li Z. Q., Ohno K., Kawazoe Y., Hasegawa T. and Kitazawa K.	Phys. Rev. Lett., 82[20] (1999), 4034-4037
33-301	Adsorption of Zn on the GaAs (001)- (2×4) Surface	Ohtake A., Hanada T., Yasuda T. and Yao T.	Appl. Phys. Lett., 74[20] (1999), 2975-2977

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
33-302	Atomic Layer Epitaxy Processes of ZnSe on GaAs(001) as Observed by Beam-Rocking Reflection High-Energy Electron Diffraction(RHEED) and Total-Reflection-Angle X-Ray Spectroscopy(TRAXS)	Ohtake A., Hanada T., Arai K., Komura T., Miwa S., Kimura K., Yasuda T., Jin C. G. and Yao T.	J. Cryst. Growth, 201/202 (1999), 490-493
33-303	Structure and Composition of the ZnSe(001) Surface during Atomic-Layer Epitaxy	Ohtake A., Hanada T., Yasuda T., Arai K. and Yao T.	Phys. Rev. B, 60[11] (1999), 8326-8332
33-304	Real-Time Analysis of Adsorption Processes of Zn on the GaAs(001)-(2×4) Surface	Ohtake A., Yasuda T., Hanada T. and Yao T.	Phys. Rev. B, 60[12] (1999), 8713-8718
33-305	Enhancement in Spin-Dependent Tunneling with Coulomb Blockade	Takahashi S. and Maekawa S.	J. Magn. Magn. Mater., 198-199 (1999), 143-145
33-306	Spin Imbalance and Magnetoresistance in Ferromagnet/Superconductor/Ferromagnet Double Tunnel Junctions	Takahashi S., Imamura H. and Maekawa S.	Phys. Rev. Lett., 82[19] (1999), 3911-3914

Electrochemical Properties, Corrosion and Catalysis

33-307	Acid- and Alkali-Resistant Film Generation on an Al-Mn-Ce Alloy	Crossland A. C., Thompson G. E., Skeldon P., Smith C. J., Habazaki H. and Shimizu K.	Trans. IMF, 77[3] (1999), 95-98
33-308	Corrosion-Resistant Mn-Zr-Cr Alloys in Chloride-Containing Media	El-Moneim A. A., Akiyama E., Habazaki H., Kawashima A., Asami K. and Hashimoto K.	Mater. Sci. Eng., A267 (1999), 285-293
33-309	Anodically Deposited Manganese-Molybdenum Oxide Anodes with High Selectivity for Evolving Oxygen in Electrolysis of Seawater	Fujimura K., Izumiya K., Kawashima A., Akiyama E., Habazaki H., Kumagai N. and Hashimoto K.	J. Appl. Electrochem., 29 (1999), 765-771
33-310	Oxygen Evolution on Manganese-Molybdenum Oxide Anodes in Seawater Electrolysis	Fujimura K., Matsui T., Izumiya K., Kumagai N., Akiyama E., Habazaki H., Kawashima A., Asami K. and Hashimoto K.	Mater. Sci. Eng., A267 (1999), 254-259
33-311	Sulfidation- and Oxidation-Resistant Alloys Prepared by Sputter Deposition	Habazaki H., Hon-yashiki K., Ito K., Mitsui H., Kawashima A., Asami K., Hashimoto K. and Mrowec S.	Mater. Sci. Eng., A267 (1999), 267-276

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
33-312	Development of Iron-Rich Layers during Anodic Oxidation of Sputter-Deposited Al-4 atom % Fe Alloy	Habazaki H., Takahiro K., Yamaguchi S., Shimizu K., Skeldon P., Thompson G.E. and Wood G.C.	J. Electrochem. Soc., 146[7] (1999), 2502-2507
33-313	Global CO ₂ Recycling -Novel Materials and Prospect for Prevention of Global Warming and Abundant Energy Supply	Hashimoto K., Yamasaki M., Fujimura K., Matsui T., Izumiya K., Komori M., El-Moneim A.A., Akiyama E., Habazaki H., Kumagai N., Kawashima A. and Asami K.	Mater. Sci. Eng., A267 (1999), 200-206
33-314	The Sulfidation and Oxidation Behavior of Sputter-Deposited Al-Nb-Mo Alloys	Hon-yashiki K., Habazaki H., Akiyama E., Kawashima A., Asami K., Hashimoto K. and Mrowec S.	Mater. Sci. Eng., A267 (1999), 277-284
33-315	Ni-Mo-O Alloy Cathodes for Hydrogen Evolution in Hot Concentrated NaOH Solution	Kawashima A., Sakaki T., Habazaki H. and Hashimoto K.	Mater. Sci. Eng., A267 (1999), 246-253
33-316	Electrochemical and XPS Studies of the Corrosion Behavior of Sputter-Deposited Amorphous Fe-Cr-Ni-Nb Alloys in 6 M HCl	Li X.Y., Akiyama E., Habazaki H., Kawashima A., Asami K. and Hashimoto K.	Corros. Sci., 41 (1999), 1095-1118
33-317	Magnetic Field Effects on the Fractal Pattern Formation of Electrochemical Deposits	Mogi I., Watanabe K. and Motokawa M.	Recent Res. Devel. Cryst. Growth Res., 1 (1999), 1-11
33-318	Direct Evidence for Interfacial Enrichment of Iron during Anodic Oxide Growth on an Al ₃ Fe Phase	Shimizu K., Brown G.M., Habazaki H., Kobayashi K., Skeldon P., Thompson G.E. and Wood G.C.	Corros. Sci., 41 (1999), 1783-1790
33-319	Adhesion of Anodic Films on Aluminium-Lithium Alloys	Skeldon P., Zhou X., Thompson G.E., Wood G.C., Habazaki H. and Shimizu K.	Corrosion, 55[6] (1999), 561-565
33-320	Anodizing of Aluminium Alloys	Thompson G.E., Habazaki H., Shimizu K., Sakairi M., Skeldon P., Zhou X. and Wood G.C.	Airc. Eng. Aerosp. Technol., 71[3] (1999), 228-238
33-321	CO ₂ Methanation Catalysts Prepared from Amorphous Ni-Zr-Sm and Ni-Zr-Misch Metal Alloy Precursors	Yamasaki M., Komori M., Akiyama E., Habazaki H., Kawashima A., Asami K. and Hashimoto K.	Mater. Sci. Eng., A267 (1999), 220-226
33-322	Anodic Oxidation of an Al-2wt% Cu Alloy: Effect of Grain Orientation	Zhou X., Thompson G.E., Skeldon P., Wood G.C., Shimizu K. and Habazaki H.	Corros. Sci., 41 (1999), 1089-1094

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
33-323	グローバル二酸化炭素リサイクル	橋本 功二 ・ 山崎 倫昭 藤村 和也 ・ 松井 徹郎 泉屋 宏一 ・ 秋山 英二 幅崎 浩樹 ・ 川嶋 朝日 浅見 勝彦 ・ 熊谷 直和	ソーダと塩素 50[6] (1999), 224-232

Mechanical Properties and Acoustic Properties

33-324	Growth and Mechanical Properties of GeSi Bulk Crystals	Yonenaga I.	J. Mater. Sci. Mater. Electron., 10 (1999), 329-333
33-325	Fe-30%Cr合金の疲れ特性に及ぼす炭化物および窒化物の影響	福田 正	日本金属学会誌 63[5] (1999), 581-584
33-326	Fe-30%Cr合金の延性に及ぼす粒界窒化物の形態の影響	福田 正	日本金属学会誌 63[9] (1999), 1137-1140
33-327	Nb-Ir系合金のミクロ組織と高温圧縮強度	譚 毅 ・ 田中 久男 馬 朝利 ・ 笠間 昭夫 田中 良平 ・ 三島 良直 花田 修治	日本金属学会誌 63[5] (1999), 605-608

Analytical Chemistry and Spectroscopy

33-328	Advanced Helium Glow-Discharge Emission Source by Conducting d.c. Self-Bias Current in the 13.56 MHz Radio Frequency Plasma	Matsuta H. and Wagatsuma K.	Anal. Sci., 15 (1999), 319-320
33-329	Coordination of Perchlorate Ion in the Secondary Solvation Sphere of Am ³⁺ in the Tracer Concentrations in Mixed System of Dimethyl Sulfoxide/Water with 1.00M (H, Na) (Cl, ClO ₄)	Suganuma H. and Satoh I.	J. Radioanal. Nucl. Chem., 240[1] (1999), 193-196
33-330	Analytical Performance of High-Voltage Neon Plasma in Glow Discharge Optical Emission Spectrometry	Wagatsuma K.	Fresenius J. Anal. Chem., 364 (1999), 780-782
33-331	Application of a Bias-Current Modulation Technique to Radio-Frequency Glow Discharge Optical Emission Spectrometry	Wagatsuma K. and Matsuta H.	Anal. Sci., 15 (1999), 517-523
33-332	Control of d.c. Bias Current in Radio-Frequency Glow Discharge Source and Its Emission Characteristics	Wagatsuma K. and Matsuta H.	Spectrochim. Acta, Part B, 54 (1999), 527-535
33-333	低スピン・高スピニコバルト化合物の2p X線光電子とK α X線発光スペクトルにおける多体効果	奥 正興 ・ 我妻 和明 小西 徳三	X線分析の進歩 30 (1999), 99-109

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
33-334	グロー放電発光分光分析における最適分析線の選択要件	我妻 和明	BUNSEKI KAGAKU 48[4] (1999), 457-461

Electron-, Ion- and Optical Microscopy and Scanning Probe Microscopy

33-335	メカニカルアロイングしたAl-Ti合金の微少相からのX線回析強度	金 恵成 ・ 鄭 夏国 花田 修治 ・ 琴 同和	日本金属学会誌 63[7] (1999), 938-943
--------	----------------------------------	-----------------------------	----------------------------------

Diffraction and Scattering of X-ray, Electron, Neutron and Ion

33-336	逆転配置型分光器	池田 進 ・ 柴田 薫 外館 良衛	結晶解析ハンドブック, 日本結晶学会編 (1999), 437-443
33-337	X線吸収微細構造(XAFS)を用いた微量添加元素周囲の局所構造解析	櫻井 雅樹 ・ 松浦 真	金属 69[5] (1999), 396-403

High Magnetic Field

33-338	Solidification of Levitating Water in a Gradient Strong Magnetic Field	Tagami M., Hamai M., Mogi I., Watanabe K. and Motokawa M.	J. Cryst. Growth, 203 (1999), 594-598
--------	--	---	--

Purification and Impurity Detection

33-339	Ultra-Purification of Iron by Ultra-High Vacuum Melting	Abiko K. and Takaki S.	Vacuum, 53[1-2] (1999), 93-96
33-340	Ultra-Purification of Iron by Three Types of Melting Furnaces Constructed Using Ultra-High Vacuum Technology	Takaki S. and Abiko K.	Vacuum, 53[1-2] (1999), 97-100

Molecular Dynamics Simulation

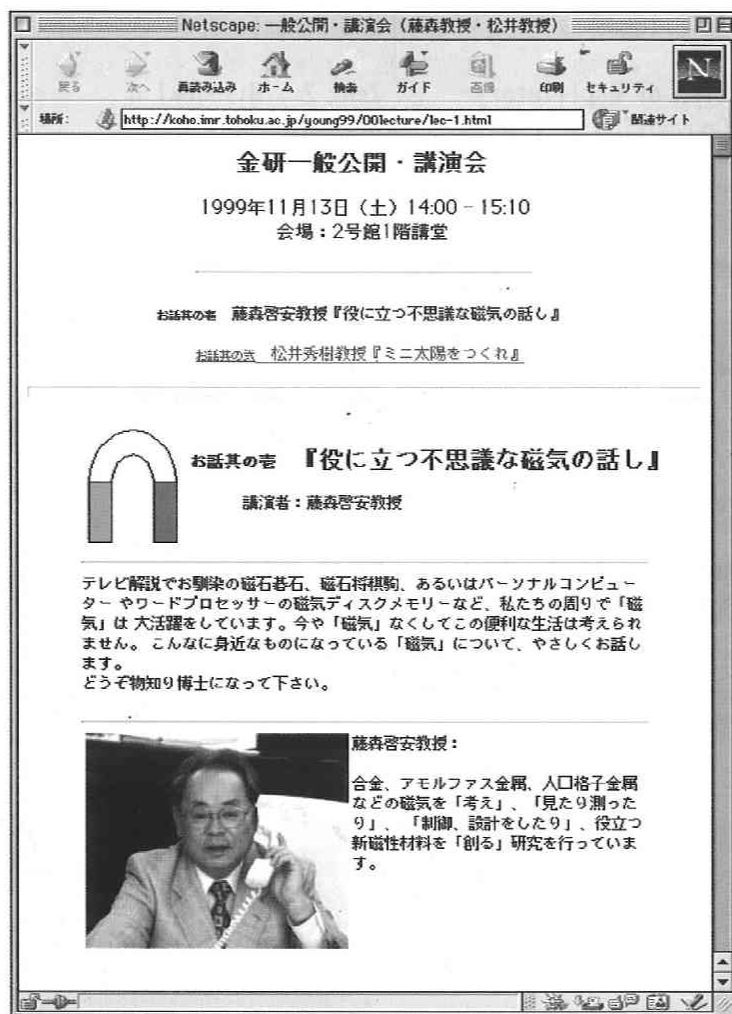
33-341	Intermolecular Bonds Bridging Two Anthracene Molecules in γ -Cyclodextrin	Belosludov R.V., Hiwada T., Kawazoe Y., Ohno K., Yoshinari T., Ohnishi A. and Nagasaka S.	J. Solid State Chem., 144 (1999), 263-271
33-342	電荷移動を考慮したタイトバインディング分子動力学法による遷移金属クラスターの安定構造	種田 晃人 ・ 川添 良幸	超微粒子とクラスター懇 談会, 第3回研究会 (1999), 59-62

Monte Carlo Simulation

33-343	Monte Carlo Simulation of Cu-Au Alloys on FCC Lattice with a Renormalized Potential	Ichikawa H., Sahara R., Mizuseki H., Ohno K. and Kawazoe Y.	Mater. Trans., JIM, 40[9] (1999), 911-914
--------	---	---	--

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
<i>Hydrodynamics Simulation</i>			
33-344	Direct Numerical Simulation of Oscillatory Marangoni Convection in Cylindrical Liquid Bridges	Zeng Z., Mizuseki H., Higashino K. and Kawazoe Y.	J. Cryst. Growth, 204 (1999), 395-404
33-345	Numerical Simulation of Oscillatory Thermocapillary Convection in Liquid Bridge	Zeng Z., Mizuseki H., Higashino K. and Kawazoe Y.	Proc. SPIE Int. Soc. Opt. Eng., 3792 (1999), 353-362
<i>Material Database and Its Application to Material Design</i>			
33-346	Construction and Application of Materials Database for Non-Equilibrium and Metastable Phases	Yu J.Z., Takanashi K., Itoh T., Kaneko T., Abe S., Fujimori H. and Kawazoe Y.	Mater. Trans., JIM, 40[5] (1999), 424-427
<i>Theoretical Approach to Materials Design</i>			
33-347	Can ab initio Simulation Really Predict Properties of Materials Prior to Experimental	Kawazoe Y.	Bull. Mater. Sci., 22[5] (1999), 901-904

(論文収集日:1999/10/15)



発行日 2000年7月25日

発行所 東北大学金属材料研究所

編集責任 東北大学金属材料研究所

〒980-8577 仙台市青葉区片平2丁目1-1

INSTITUTE FOR MATERIALS RESEARCH
TOHOKU UNIVERSITY

Katahira 2-1-1, Aoba-ku, Sendai 980-8577, Japan

〈Phone〉 022-215-2181

〈WWW〉 <http://www.imr.tohoku.ac.jp>